corso di

RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 1 - 8 aprile 1961 - un fascicolo lire 150 27° numero

corso di

RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478

MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta**.

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

GENERAZIONE di OSCILLAZIONI MODULATE in FREQUENZA

I metodi per ottenere la modulazione di frequenza possono essere suddivisi in metodi diretti e metodi indiretti. Nel primo caso, la variazione di frequenza dell'oscillatore è direttamente proporzionale all'ampiezza del segnale modulante a frequenza acustica: nel secondo caso si ha — invece — una variazione dell'angolo di fase del segnale dell'oscillatore, direttamente proporzionale all'ampiezza del segnale audio, ed è tale variazione di fase che viene successivamente convertitá, come vedremo, in modulazione di frequenza.

Per produrre segnali a modulazione di frequenza sono indispensabili, così come nel caso della modulazione d'ampiezza, due stadi, e precisamente l'oscillatore A.F. ed il modulatore. L'oscillatore può essere costituito da uno dei vari circuiti già noti al lettore, come ad esempio l'oscillatore « Hartley » o « Colpitts ».

Lo stadio modulatore costituisce in pratica un dispositivo di controllo della frequenza dell'oscillatore, normalmente in funzione di un segnale modulante avente una frequenza acustica semplice o complessa.

L'analisi dei sistemi atti a produrre oscillazioni modulate in frequenza, può ridursi pertanto ad una discussione sui diversi circuiti modulatori.

La **figura 1** illustra un semplice oscillatore «Hartley» alimentato in parallelo. La reazione — come sappiamo — è ottenuta riportando nel circuito di griglia parte dell'energia presente nel circuito di placca, mediante una induttanza con presa centrale. Detta reazione consente l'innesco delle oscillazioni alla frequenza naturale di risonanza del circuito, determinata dai valori di capacità e di induttanza in gioco. Tale frequenza di risonanza può essere calcolata mediante la nota formula:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Nella quale f_0 è la frequenza di risonanza in Hertz, L è il valore dell'induttanza in Henry, e C è il valore della capacità in farad.

Da questa formula è facile constatare che, ad ogni variazione dell'induttanza o della capacità del circuito, corrisponde una variazione della frequenza di risonanza. Se l'induttanza o la capacità del circuito aumentano, la frequenza di risonanza diminuisce, e viceversa. Una volta assodato che, per ottenere una variazione di frequenza, è necessario variare il valore di L o di C, il passo successivo consiste nell'esaminare quali sono i sistemi mediante i quali un segnale di Bassa Frequenza può esercitare un'azione di controllo sul valore dell'induttanza o della capacità.

MODULAZIONE mediante SISTEMI MECCANICI

Variazione di capacità. Nel circuito della **figura 2**, la capacità di sintonia del normale circuito accordato dell'oscillatore è stata sostituita con un microfono elettrostatico. Le due armature del microfono, di cui una mobile ed una fissa, costituiscono — come sappiamo — una certa capacità. Tale capacità, essendo in parallelo alla induttanza L, forma con essa un circuito risonante che sintonizza l'oscillatore sulla frequenza naturale f_0. Quando le onde sonore pongono in vibrazione la membrana mobile del microfono, questa si avvicina e si allontana più o meno da quella fissa a causa delle variazioni di pressione dell'aria provocate dal suono stesso. Nella lezione dedicata ai microfoni, (pag. 490) abbiamo appreso che, variando la distanza tra le armature di un microfono elettrostatico, varia la capacità che tra esse sussiste.

Mentre la lamina mobile compie una escursione completa alla medesima frequenza del suono, la capacità del microfono varia in modo proporzionale. Tale variazione si ripercuote, istante per istante, sulla frequenza di risonanza dell'oscillatore, la quale — di conseguenza — varia conformemente.

Dal momento che le onde sonore controllano gli spostamenti della membrana, come pure il valore della capacità, è naturale che esse **controllino anche il valore della frequenza di risonanza.** All'uscita dello stadio oscillatore si ottiene perciò un'onda modulata in frequenza, le cui deviazioni dipendono dall'ampiezza delle onde sonore stesse.

L'inconveniente di questo sistema meccanico per ottenere segnali a frequenza modulata, consiste nel fatto che è possibile impiegare esclusivamente microfoni del tipo a condensatore. Questa limitazione non è certamente desiderabile, se si considera che esistono diversi altri tipi di microfoni. In aggiunta, nei trasmettitori, accade sovente di dover installare il microfono ad una notevole distanza dallo stadio oscillatore. In tali condizioni, a causa della notevole capacità in parallelo che verrebbe introdotta dal cavo schermato di collegamento, il sistema illustrato alla figura 2 non potrebbe avere una utilità pratica.

Variazione di induttanza. Sappiamo che l'induttanza di una bobina, provvista di nucleo coassiale e spo-

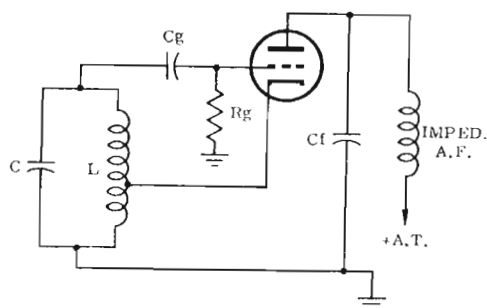



Fig. 1 - Circuito oscillatore «Hartley» con alimentazione in parallelo. La reazione si verifica grazie all'accoppiamento tra i due settori di L. La frequenza varia, variando i valori di L o di C.

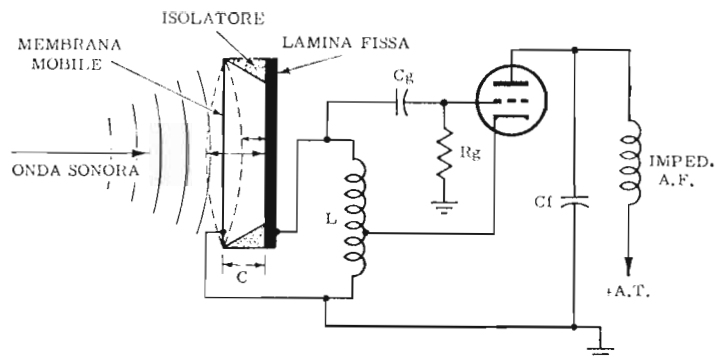



Fig. 2 - Variazione della frequenza di un oscillatore mediante un microfono elettrostatico. Le vibrazioni della membrana variano la capacità, e di conseguenza, la frequenza dell'oscillatore.

stabile longitudinalmente, può essere variata a seconda della posizione del nucleo stesso. Se in un circuito oscillatore « Hartley » si sostituisce la normale bobina con un'altra avente le citate caratteristiche, la relativa frequenza di risonanza può essere variata a seconda della posizione del nucleo rispetto alla bobina.

Mediante l'impiego di un motorino e di un riduttore di velocità ad ingranaggi, è possibile variare la posizione del nucleo all'interno della bobina con un ritmo dipendente dalla velocità del motore e dalle caratteristiche dell'accoppiamento meccanico. Anche in questo caso si ottengono variazioni della frequenza di risonanza. Questo sistema di modulazione meccanica viene adottato per produrre segnali modulati in frequenza in particolari strumenti di misura. Ovviamente, per la sua stessa natura, un dispositivo di questo genere non è in grado di determinare variazioni di frequenza corrispondenti all'intera gamma delle note acustiche. Per tale ragione non viene comunemente impiegato nei trasmettitori F.M.

MODULAZIONE mediante VALVOLA a REATTANZA

Variazione di reattanza. Alla lezione 31ª abbiamo appreso che la reattanza X_c di un condensatore è data da:

$$X_c = \frac{1}{2 \pi f C}$$

Nella quale X_c è la reattanza capacitiva in ohm, f è la frequenza della tensione applicata in hertz, e C è il valore della capacità in farad.

Come è facile notare, se la capacità viene mantenuta ad un valore costante, è possibile variare il valore della reattanza facendo variare la frequenza. Ad un risultato analogo si giunge analizzando la formula che dà la reattanza in una bobina:

$$X_L = 2 \pi f L$$

Nella quale X_L è la reattanza induttiva in ohm, f la frequenza della tensione applicata in Hertz, ed L è l'induttanza in henry.

E' possibile controllare la frequenza di risonanza di un circuito accordato, controllando l'ammontare della reattanza — sia essa capacitiva o induttiva — presente nel circuito. Ciò è ottenibile mediante un circuito denominato *modulatore a reattanza*, il quale si basa sullo sfruttamento della caratteristica di una valvola opportunamente collegata, in modo da modificare la reattanza del circuito sintonizzato dell'oscillatore.

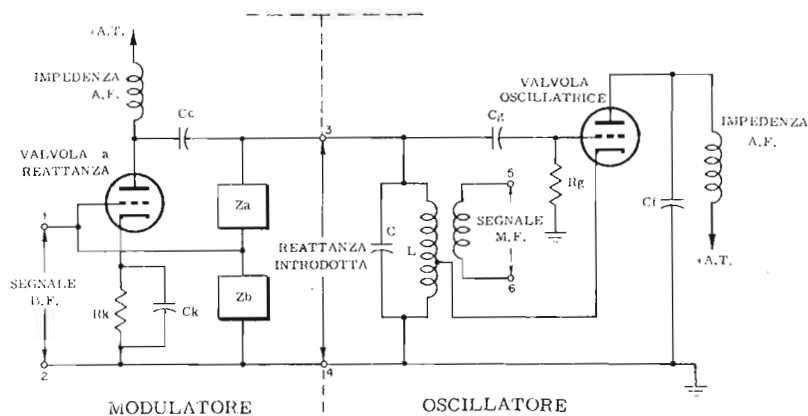
Mediante accorgimenti che tra breve analizzeremo, è possibile fare in modo che una valvola simuli — per così dire — la presenza di un valore capacitivo o induttivo in parallelo al circuito risonante dell'oscillatore. Questo valore simulato aggiunge al circuito stesso un valore reattivo che può dipendere — a sua volta — dall'ampiezza e dalla frequenza di un segnale a frequenza acustica.

Il funzionamento di un simile modulatore dipende strettamente da diverse caratteristiche delle valvole. Ci riferiamo alla transconduttanza, al fattore di amplificazione ed alla resistenza interna. Il lettore ricorderà certamente ciò che costituisce l'argomento della lezione 46ª, nella quale tali caratteristiche sono state ampiamente trattate parlando del triodo. Esse vengono sfruttate nella valvola modulatrice a reattanza, in modo che la reattanza presente ai capi del modulatore risulti linearmente proporzionale all'ampiezza del segnale audio applicato al modulatore stesso. Suggeriamo di rivedere attentamente la lezione citata prima di proseguire nello studio di questo argomento.

Il modulatore a reattanza consegue il risultato di ottenere una modulazione diretta della frequenza del segnale dell'oscillatore, in funzione di un segnale audio applicato al modulatore stesso, convertendo le variazioni di ampiezza del segnale audio in corrispondenti variazioni di reattanza, che influiscono sulle condizioni di funzionamento del circuito oscillante. Con questa reattanza variabile aggiuntiva — infatti — si varia in frequenza il segnale del circuito oscillatore.

Circuito di principio. La **figura 3** illustra lo schema di principio di un modulatore con valvola a reattanza, e quello di un oscillatore. Il segnale modulante viene introdotto tra i punti 1 e 2, ossia tra griglia e massa della valvola modulatrice. In seguito al processo di amplificazione, detto segnale controlla la corrente anodica della valvola, la quale scorre attraverso una impedenza di carico costituita da Z_a e Z_b in serie tra loro, applicate ai capi del circuito oscillante, e precisamente tra i punti 3 e 4.

Quando la corrente anodica della valvola modulatrice varia per effetto del segnale audio, varia anche la reat-

Fig. 3 - Principio del modulatore con valvola a reattanza. Le variazioni di corrente anodica della valvola a reattanza, dovute al segnale modulante, provocano variazioni di reattanza nell'impedenza di carico anodico, la quale si trova in parallelo al circuito risonante dell'oscillatore. In tal modo varia, conformemente, la frequenza delle oscillazioni prodotte.

tanza del carico anodico, e — di conseguenza — varia anche la frequenza di funzionamento dell'oscillatore A.F.

Il segnale modulato in frequenza così ottenuto viene inviato — attraverso un accoppiamento induttivo — ad altri, ulteriori stadi, per la necessaria amplificazione ed irradiazione. Come si nota osservando la figura, il segnale di uscita è disponibile tra i punti 5 e 6.

In assenza di segnale sulla griglia della valvola a reattanza (modulatrice), la relativa corrente anodica ha un'intensità talmente limitata da non influire — se non in modo trascurabile — sul carico anodico. La tensione a radiofrequenza presente ai capi del circuito oscillante è presente anche ai capi del carico anodico della valvola modulatrice. I valori componenti questo carico, Z_a e Z_b presentano, nei confronti della citata tensione a radiofrequenza, una reattanza che può simulare l'azione o di una capacità, o di una induttanza. In pratica, è come se si collegasse un condensatore o una bobina in parallelo al circuito risonante, col risultato che o la capacità o l'induttanza totale subiscono una variazione.

La frequenza di funzionamento dipende pertanto non solo dal valore di L e di C, ma anche da quello di Z_a e Z_b. Dal momento che la frequenza di funzionamento è quella che sussiste in assenza di modulazione, essa deve anche corrispondere alla frequenza centrale del segnale a frequenza modulata.

Quando il segnale modulante viene applicato tra i punti 1 e 2 , non è presente soltanto tra griglia e massa della valvola, bensì anche ai capi di Z_b nel circuito di placca. L'effetto combinato di queste due azioni si traduce in variazione di reattanza di Z_a e Z_b, conformemente alla modulazione audio.

Se seguiamo lo schema del circuito oscillante verso i terminali 3 e 4, notiamo la presenza di una impedenza totale costituita da Z_a e Z_b, nonchè dalla reattanza della valvola. Per una data ampiezza del segnale a frequenza acustica, è possibile conoscere l'ampiezza della corrente anodica in funzione della transconduttanza della valvalori g_m, infatti:

$$g_m = \Delta i_b : \Delta e_c \quad \text{da cui:} \quad \Delta i_b = g_m \times \Delta e_c$$

nelle quali i_b è la corrente anodica istantanea, e_c è la tensione istantanea di griglia.

La corrente anodica che circola nella resistenza di carico di placca risulta eguale a:

$$i_b = g_m \times e_c$$

Il carico anodico è in questo caso costituito da Z_a e Z_b, cioè da Z_{ab}. Nei circuiti di questo tipo — infatti — la resistenza interna della valvola è talmente elevata rispetto a Z_{ab}, che può essere ignorata nel computo del valore del carico anodico.

Se definiamo con E_{ab} la tensione presente ai capi di detto carico anodico (Z_{ab}), per la legge di Ohm risulta:

$$Z_{ab} = E_{ab} : i_b$$

Sostituendo ad i_b il valore precedentemente calcolato:

$$Z_{ab} = E_{ab} : (g_m \times e_c)$$

Da questa formula si vede che la transconduttanza della valvola ha un effetto inverso sull'impedenza Z_{ab} presente ai capi del circuito oscillante.

Rimane ora da stabilire la natura delle componenti costituenti la tensione e_c per seguire tutti i fattori che intervengono nella determinazione dell'impedenza del modulatore.

L'esame della figura 3 mostra come la tensione di ingresso e_c sia applicata alla impedenza Z_b facente parte del carico anodico della valvola di reattanza. Se la tensione totale che si manifesta ai capi di Z_{ab} è E_{ab}, anche la tensione e_c deve essere riferita ad E_{ab}, come Z_b è riferita a Z_{ab}. Ciò può essere espresso con la formula:

$$e_c : E_{ab} = Z_b : (Z_a + Z_b)$$

La quale, risolta rispetto ad e_c dà:

$$e_c = E_{ab} \times \frac{Z_b}{Z_a + Z_b}$$

Il valore trovato di e_c può essere ora sostituito nella formula che esprime il valore dell'impedenza totale:

$$Z_{ab} = E_{ab} : (g_m \times e_c)$$

$$\text{da cui:} \quad Z_{ab} = \frac{E_{ab}}{g_m \times E_{ab} \times \dfrac{Z_b}{Z_a + Z_b}}$$

Eliminando al numeratore ed la denominatore della frazione i termini identici E_{ab}, si ottiene la seguente semplificazione:

$$Z_{ab} = \frac{1}{g_m} \times \frac{Z_a + Z_b}{Z_b}$$

Quest'ultima espressione fornisce il valore dell'im-

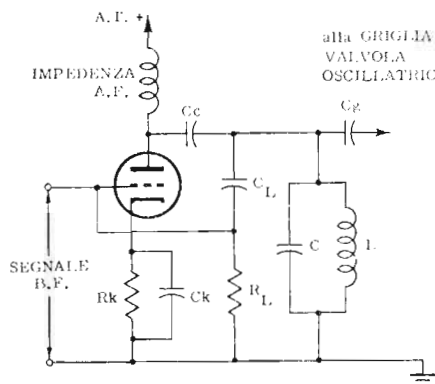



Fig. 4 - Modulatore a reattanza. Il carico anodico è costituito da C_L ed R_L, in serie tra loro, ed in parallelo al circuito oscillante. La reattanza offerta è capacitiva.

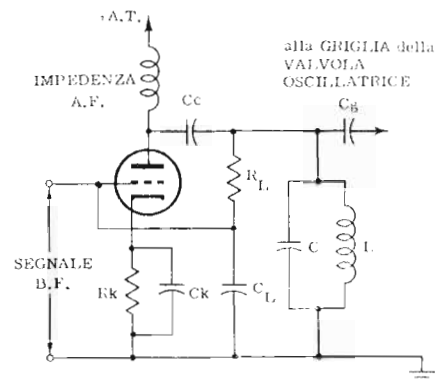



Fig. 5 - Circuito analogo a quello di fig. 4, con la differenza che C_L ed R_L sono invertiti di posizione. La reattanza offerta è induttiva.

pedenza tra i punti 3 e 4, espressa in funzione della transconduttanza della valvola di reattanza, nonchè il valore di impedenza dell'assieme Z_a e Z_b.

Tale equazione, relativa all'impedenza tra i punti 3 e 4, esprime matematicamente il principio di funzionamento del modulatore a reattanza. Col termine Z_{ab} si intende il valore dell'impedenza totale presente ai capi del circuito oscillante, dovuta al modulatore a reattanza. Z_a e Z_b rappresentano invece il valore dei componenti che formano il carico anodico.

Esse possono essere costituite da componenti resistivi, induttivi e capacitivi, variamente disposti, e comunque di valore fisso. L'unico mezzo per far variare il valore di Z_{ab} consiste nella variazione della conduttanza della valvola di reattanza, cosa che si verifica quando il segnale modulante di Bassa Frequenza è applicato alla entrata del modulatore.

Reattanza presentata dal modulatore. La formula che esprime il valore dell'impedenza totale ci dice che tale impedenza risulta costituita da due parti. La prima è il reciproco della transconduttanza, e cioè una componente resistiva. La seconda parte contiene a sua volta due termini: Z_a e Z_b. Se uno qualsiasi di questi due ultimi valori diventa reattivo, la seconda parte dell'espressione $1 : g_m$ volte $Z_a : Z_b$ rappresenta una reattanza. Questa componente reattiva non è che la reattanza introdotta dal modulatore nel circuito accordato dell'oscillatore.

Supponiamo che uno dei due elementi, e precisamente Z_a, sia una capacità fissa avente la reattanza X_c alla frequenza f. Se Z_b è una resistenza di valore R, la reattanza presentata dal modulatore risulta essere:

$$X_i = (1 : g_m)\ (X_c : R)$$

La **figura 4** illustra il circuito di un modulatore a reattanza, nel quale il carico anodico è costituito da C_L ed R_L. In assenza di segnale audio, questa rete costituisce una certa reattanza costante, presente in parallelo al circuito sintonizzato dell'oscillatore, le cui caratteristiche stabiliscono il valore della frequenza portante. In presenza di segnale modulante — invece — la reattanza del modulatore (e quindi la frequenza dello oscillatore) dipende dall'ampiezza del segnale di Bassa Frequenza entrante in griglia.

Funzionamento in assenza di modulazione. In assenza del segnale di Bassa Frequenza modulante, il solo segnale applicato al circuito del modulatore è costituito dalla oscillazione ad Alta Frequenza presente sul circuito oscillante di griglia della valvola oscillatrice. Questa tensione si trova applicata al carico anodico del modulatore, ossia ai capi di C_L ed R_L. La reattanza di C_L è scelta per un valore molto alto rispetto alla resistenza di R_L, e quindi è la reattanza **capacitiva** X_c che determina l'ammontare della corrente. Quest'ultima risulta essere in anticipo di circa 90° rispetto alla tensione applicata: inoltre, passando attraverso R_L, determina una caduta di tensione essa pure sfasata di 90° rispetto alla tensione fornita dall'oscillatore. In effetti, la tensione presente ai capi della resistenza è in fase con la corrente che la percorre: si noti, a buon conto, che la tensione ai capi di R_L è applicata tra la griglia e massa della valvola di reattanza.

Questa tensione ad Alta Frequenza presente sulla griglia della valvola a reattanza, determina una variazione corrispondente della corrente anodica relativa. Ogni variazione viene trasferita al circuito oscillante tramite l'accoppiamento del condensatore C_c. Tuttavia, la corrente che circola nel circuito oscillante è in fase con la tensione a radiofrequenza — in quanto il circuito in oggetto funziona in condizioni di risonanza — mentre questa corrente addizionale fornita dalla *stessa* tensione è in anticipo di 90° sulla tensione. La corrente addizionale, erogata dalla valvola di reattanza, produce lo stesso effetto della corrente fornita *da un condensatore.*

Il valore di reattanza del modulatore in tali condizioni di lavoro può essere calcolato in base alla formula:

$$X_i = \frac{1}{g_m} \times \frac{X_{CL}}{R_L}$$

Nella quale X_i è la reattanza iniettata, g_m è la transconduttanza della valvola di reattanza, X_{CL} è la reattanza capacitiva, ed R_L è la resistenza.

Nell'analisi del comportamento dei componenti del carico anodico, abbiamo appreso che la reattanza X_i presentata dal modulatore in assenza di segnale, è di natura capacitiva. Possiamo quindi risalire al valore della capacità, sapendo che:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

Dal momento che ciò è rigorosamente vero, possiamo

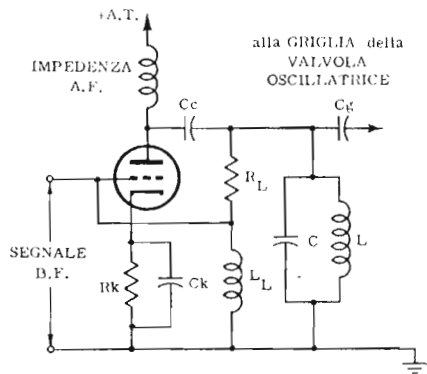



Fig. 6 - Con questa disposizione di R_L e di L_L nel carico anodico, si ottiene ancora una volta una reattanza di tipo capacitivo, che varia la frequenza prodotta.

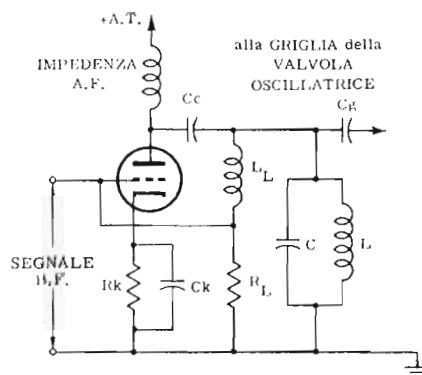



Fig. 7 - Anche in questo caso, invertendo le posizioni di R_L e di L_L, la reattanza offerta diventa di tipo induttivo.

scrivere espressioni analoghe che esprimono la reattanza di C_L e di C_i, ossia:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C_L} \quad \text{ed} \quad X_i = \frac{1}{2\pi f C_i}$$

Sostituendo queste espressioni ai relativi valori nella formula della reattanza iniettata, avremo che:

$$\frac{1}{2\pi f C_i} = \frac{\frac{1}{2\pi f C_L}}{R} \times \frac{1}{g_m}$$

Semplificando, si ottiene il valore della capacità aggiunta C_i, la quale risulta essere:

$$C_i = g_m \times R_L \times C_L$$

L'effetto del modulatore a reattanza, realizzato come nell'esempio citato, in assenza di segnale audio, è analogo a quello di un ipotetico condensatore di capacità C_i aggiunto in parallelo alla preesistente capacità del circuito sintonizzato. Le due capacità si sommano, e — di conseguenza — abbassano la frequenza di risonanza del circuito stesso di un certo ammontare. La nuova frequenza di risonanza diventa perciò quella centrale dell'onda modulata in frequenza.

Effetto del segnale audio - L'applicazione di un segnale B.F. modulante, di una data frequenza, alla griglia della valvola a reattanza, determina la presenza di due tensioni di segnale sulla griglia: il segnale stesso a Bassa Frequenza, ed il segnale ad Alta Frequenza. Quest'ultimo provoca il flusso della corrente anodica reattiva della valvola, ed il segnale modulante ne modifica l'intensità, conformemente alla sua ampiezza. Questa variazione di reattanza, sempre seguendo l'esempio riportato in figura 4, equivale all'aggiunta di una capacità variabile al circuito accordato, la quale lo dissintonizza in conformità. La tensione uscente dall'oscillatore risulta pertanto modificata in frequenza.

L'effetto del segnale audio può essere espresso mediante la formula relativa alla capacità aggiunta, ove:

$$C_i = g_m \times C_L$$

Le variazioni della tensione audio sulla griglia del modulatore hanno, infatti, il medesimo effetto sulla corrente anodica a radiofrequenza, di una variazione della transconduttanza della valvola. La variazione di transconduttanza della valvola — come si vede dall'ultima formula citata — comporta una variazione di capacità, e quindi una variazione di frequenza del segnale generato dall'oscillatore, il quale risulta pertanto modulato in frequenza.

Disposizione circuitale del carico anodico

Lo schema illustrato come esempio nella figura 4 non rappresenta l'unico sistema adatto per aggiungere una reattanza variabile ad un oscillatore. La capacità e la resistenza di carico C_L ed R_L possono, ad esempio, essere scambiate di posizione, in modo che la reattanza introdotta dal modulatore diventi del tipo **induttivo**. Qualsiasi combinazione di resistenza con induttanza, o di resistenza con capacità, ad eccezione di quelle costituite da induttanza e capacità, può essere utilizzata per modulare in frequenza l'uscita di un oscillatore. Complessivamente, sono state riscontrate adatte quattro combinazioni: resistenza ed induttanza, induttanza e resistenza, resistenza e capacità, capacità e resistenza.

E' ovvio, che la formula che esprime il valore della reattanza presentata dal modulatore in funzione di g_m, Z_a e Z_b risulterà variata per ogni singolo caso.

Nella **figura 5** — ad esempio — Z_a è sostituita una resistenza, e Z_b da una capacità. I componenti sono scelti in modo che il valore della resistenza R_L sia molto maggiore della reattanza offerta da C_L. Dato questo rapporto di impedenze, la tensione A.F. applicata al carico anodico, proveniente dal circuito oscillatore, fa sì che la corrente risulti in fase con la tensione A.F. Poichè, come sappiamo, la corrente che attraversa un condensatore è in anticipo di 90° rispetto alla tensione applicata, la tensione presente ai capi di C_L risulterà in ritardo di 90° rispetto alla corrente ed alla tensione applicata. La tensione presente ai capi di C_L è, inoltre, la medesima applicata alla griglia della valvola modulatrice a reattanza, e determina una variazione della corrente anodica, in fase con la stessa tensione che la provoca.

La corrente a radiofrequenza è accoppiata al circuito risonante dell'oscillatore, ed essendo in fase con la tensione di griglia, risulterà in ritardo di 90° rispetto alla corrente che scorre in detto circuito.

Questo ritardo è simile a quello prodotto da una induttanza connessa in parallelo al circuito accordato. Si può quindi dire che il modulatore si comporta — in questo caso — come una reattanza induttiva.

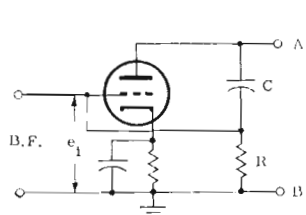
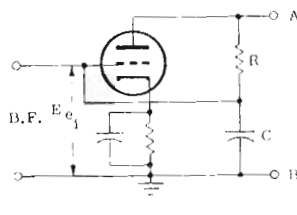
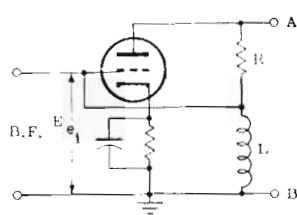
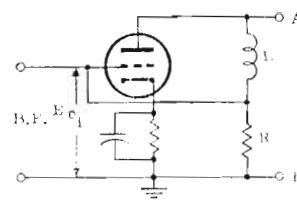



Fig. 8A - Circuito equivalente a quello di figura 4. Il carico anodico consta di C e di R.

Fig. 8B - Circuito analogo a quello di figura 5. Qui i componenti C ed R sono tra loro invertiti.

Fig. 8C - Circuito del modulatore con carico anodico formato da R e da L.

Fig. 8D - Anche qui i due componenti del carico anodico, R ed L, sono stati invertiti.

L'ammontare dell'induttanza simulata, necessaria per determinare la reattanza induttiva aggiunta, viene determinata mediante la formula:

$$L_i = R_L C_L : g_m$$

Sempre sostituendo a Z_a una resistenza di valore ohmico elevato (R_L), è possibile sostituire a Z_b una induttanza di valore basso (vedi figura 6). In tal caso il modulatore introduce una reattanza **capacitiva** nel circuito oscillatore. La tensione dell'oscillatore applicata ai capi del carico anodico della valvola a reattanza, determina il passaggio attraverso il carico stesso di una corrente la cui fase è controllata dalla resistenza di valore elevato R_L. Questa corrente è in fase con la tensione applicata, poichè R_L è grande rispetto ad X_{LL}.

Sappiamo tuttavia che la tensione presente ai capi di qualsiasi induttanza è sempre in anticipo di 90° rispetto alla corrente. Di conseguenza, la tensione presente ai capi dell'induttanza è in anticipo di 90° sia rispetto alla corrente, sia rispetto alla tensione applicata. Dal momento che questa tensione è applicata alla griglia della valvola a reattanza, si ha il passaggio di una corrente anodica a radiofrequenza in fase con la tensione di griglia, ed in anticipo di 90° rispetto alla tensione del circuito oscillante. Se viene accoppiata a detto circuito oscillante, questa corrente agisce come se fosse provocata da un conduttore avente una reattanza capacitiva eguale alla reattanza introdotta.

L'ammontare della capacità può essere così calcolato:

$$C_i = g_m \frac{L_i}{R_L}$$

Se si invertono le posizioni della resistenza e dell'induttanza, come illustrato alla **figura 7**, il dispositivo introduce nel circuito oscillante una reattanza **induttiva,** il cui valore può essere calcolato mediante la **formula:**

$$L_i = \frac{L_L}{g_m \times R_L}$$

I quattro sistemi citati, usati nella realizzazione di modulatori a reattanza, sono raggruppati per maggiore chiarezza nella **figura 8**, unitamente alle formule finali che dànno il valore della capacità e della induttanza introdotte dal modulatore.

Occorre sempre tener presente che il valore della impedenza Z_a deve risultare maggiore di quello della impedenza di Z_b, e che è in questo componente che viene determinata la fase della corrente prodotta dalla tensione del circuito oscillante. L'intensità della corrente reattiva viene poi controllata dall'ampiezza della tensione B.F. modulante, attraverso la valvola a reattanza. In altre parole, Z_a e Z_b controllano la frequenza di funzionamento dell'oscillatore, mentre g_m controlla lo ammontare della variazione di frequenza.

Circuito a quadratura

Il circuito del modulatore a reattanza spesso è denominato circuito **a quadratura** poichè la tensione A.F. presente ai suoi capi d'uscita, risulta spostata di fase, in anticipo o in ritardo, di circa 90° rispetto alla corrente a radiofrequenza del suo circuito di placca. Se la resistenza di placca della valvola di reattanza è trascurabile rispetto all'ampiezza della reattanza aggiunta, l'angolo di fase si avvicina al valore di 90°. Tuttavia, dal momento che si ha sempre tanto una componente resistiva che una componente reattiva, non si ha mai una quadratura perfetta delle tensioni anzidette, cioè uno sfasamento esatto di 90°.

ANALISI di un MODULATORE a REATTANZA

La **figura 9-A** illustra un tipo di modulatore a reattanza usato nei trasmettitori F.M. portatili. Esso introduce nel circuito accordato dell'oscillatore un valore di capacità. Per maggior chiarezza, nella sezione **B** della medesima figura riportiamo il circuito equivalente.

Il circuito sintonizzato di placca dell'oscillatore A.F. principale è costituito da L_1 - C_1, nonchè dalla capacità interelettrodica presente tra la griglia ed il filamento della valvola modulatrice a reattanza, rappresentata da C_{gf}. Questa capacità risulta essere praticamente in serie ad R_{75}, ed in parallelo ad L_2, con le quali costituisce una rete di sfasamento. Poichè L_2 è accoppiata ad L_1, la tensione ad Alta Frequenza presente ai suoi capi è sfasata di 180° rispetto alla tensione dell'oscillatore presente ai capi del circuito sintonizzato. La resistenza R_{75} è scelta di valore alto rispetto alla reattanza C_{gf}, e la corrente attraverso C_{gf} risulta in fase con la tensione indotta, prodotta da L_2. Tuttavia, la tensione presente ai capi di C_{gf} — applicata alla griglia della valvola — a reattanza — risulta in ritardo di 90° rispetto alla cor-

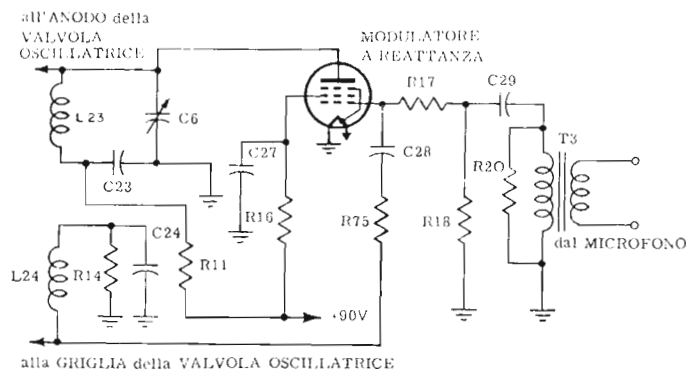



Fig. 9A - Circuito tipico di un modulatore a reattanza, adottato nei trasmettitori portatili per F.M. La variazione di reattanza è capacitiva.

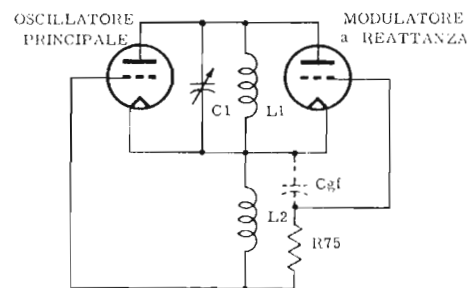



Fig. 9B - Circuito equivalente del modulatore a reattanza illustrato in figura 9A. La capacità C_{gf} si trova in parallelo al circuito L1 - C1.

rente che attraversa il condensatore medesimo.

Poichè la tensione di griglia è in fase con la corrente anodica, essa risulta in ritardo rispetto alla tensione ed alla corrente oscillatorie di 180 + 90°, ossia di 270° Ciò equivale a dire che la corrente anodica della valvola è in anticipo di 90° rispetto alla corrente che scorre nel circuito accordato dell'oscillatore. Il risultato di questo sfasamento è pari a quello ottenibile aggiungendo una capacità in parallelo al circuito L_1 - C_1.

Il condensatore C_{28} blocca la tensione continua di polarizzazione della griglia dell'oscillatore, e le impedisce di raggiungere la griglia della modulatrice a reattanza. R_{17} ha una funzione simile a quella di una impedenza per Alta Frequenza: essa impedisce al circuito microfonico a bassa impedenza di cortocircuitare il segnale ad Alta Frequenza presente ai capi della capacità C_{gf}.

MODULAZIONE a VARIAZIONE di PERMEABILITA'

Per l'uso nei piccoli trasmettitori portatili, nei quali il risparmio di una valvola significa una maggiore durata delle batterie, è stato ideato un circuito modulatore in frequenza estremamente semplice. Il principio di funzionamento si basa sulla variazione di permeabilità e non implica la necessità di impiego di una valvola modulatrice speciale. In sostanza, si sfrutta la variazione di induttanza manifestantesi in una bobina avvolta su nucleo, nella quale il flusso varia di intensità.

Sappiamo che — variando la permeabilità del nucleo di una bobina — si varia l'induttanza della stessa. Se un nucleo ferromagnetico fa parte di un trasformatore di Bassa Frequenza nel circuito di placca di una valvola amplificatrice, le variazioni della corrente anodica ne alterano la permeabilità. Questo fenomeno viene sfruttato per variare l'induttanza di una parte della bobina che costituisce il circuito di accordo dell'oscillatore, in quanto la bobina che lo costituisce ha una parte delle spire collocate coassialmente col medesimo avvolgimento del trasformatore. In tal modo è possibile ottenere discrete variazioni di frequenza con notevole semplicità. Infatti, qualsiasi variazione di permeabilità del nucleo varia l'induttanza della parte di bobina su di esso collocata, ed essendo quest'ultima in serie alla bobina dell'oscillatore, è logico che l'intera induttanza di quest'ultimo subisca le medesime variazioni.

Lo svantaggio di questo sistema consiste in una notevole distorsione, dovuta al fatto che il nucleo del trasformatore di Bassa Frequenza deve funzionare in condizioni prossime alla saturazione. Un dispositivo analogo viene adottato — come a suo tempo vedremo — nei generatori di segnali a frequenza modulata per la messa a punto di ricevitori televisivi.

METODI INDIRETTI di MODULAZIONE

Tutti i circuiti fino ad ora descritti, atti a modulare in frequenza una portante, consistono in oscillatori comprendenti reattanze variabili, le quali determinano la frequenza istantanea delle oscillazioni. Tali circuiti — tuttavia — sono di per se stessi instabili nei riguardi della frequenza generata.

Sappiamo che, nelle applicazioni in cui si richiede la massima stabilità di frequenza, si usano circuiti oscillatori con controllo a cristallo. Un cristallo di quarzo, come è noto, rappresenta l'equivalente di un circuito risonante caratterizzato da un Q molto elevato. La frequenza di risonanza è determinata dalle caratteristiche meccaniche del cristallo stesso.

Le variazioni di reattanza ottenibili con un modulatore convenzionale a reattanza (a modulazione diretta) hanno un effetto ridotto sulla frequenza di risonanza di un oscillatore a cristallo. L'oscillatore a cristallo rimane, infatti, virtualmente stabile in frequenza, anche se collegato al modulatore. E' invece possibile modulare *in fase* il segnale generato dall'oscillatore a cristallo, dopo di che questo segnale può essere convertito in un segnale modulato in frequenza, avente la medesima stabilità dell'oscillazione generata dal cristallo.

La modulazione di frequenza col sistema indiretto è ottenuta mediante reti correttive che convertono i segnali modulati di fase in segnali modulati in frequenza.

Variazione di fase

Il segnale può essere variato di fase introducendolo in un circuito contenente resistenza e reattanza. Quando una tensione alternata è applicata — ad esempio — ad un condensatore e ad una resistenza in serie tra loro, si ha — come è noto — una corrente in anticipo rispetto alla tensione applicata, di un angolo che è funzione del rapporto tra il valore resistivo e la reattanza capacitiva. Questa corrente determina una caduta di tensione ai capi della resistenza, in fase con la corrente mede-

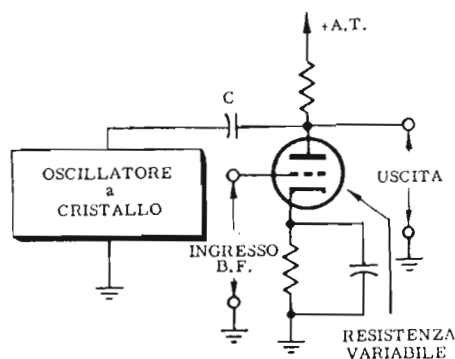



Fig. 10 - Circuito tipico di un modulatore di fase, adatto alla stabilizzazione con cristallo.

Fig. 11 - Circuito di un modulatore a modulazione indiretta. L'induttanza L e la capacità C costituiscono il circuito di sfasamento.

sima, quindi in anticipo rispetto alla tensione applicata. Se si considera la combinazione *RC* in serie, come circuito d'ingresso, e si preleva la tensione d'uscita ai capi della resistenza, si ha uno sfasamento ben definito.

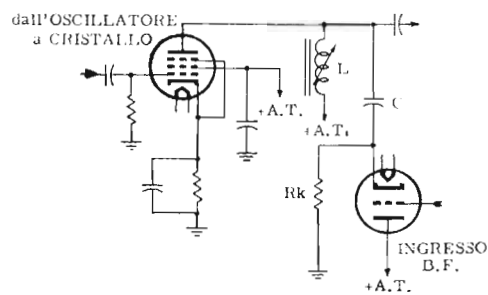
Se, attraverso questa rete di sfasamento, si fa passare il segnale a frequenza fissa dell'oscillatore a cristallo, è possibile ricavare all'uscita il medesimo segnale sfasato di un certo angolo. Se il valore della resistenza può essere variato, l'angolo di sfasamento della tensione di uscita varia corrispondentemente.

Si può fare in modo di variare la resistenza — e quindi lo sfasamento — per mezzo del segnale di B.F. modulante. Si ottiene, in tal modo, la modulazione di fase del segnale dell'oscillatore a cristallo. Da questo tipo di modulazione è poi possibile passare alla modulazione di frequenza conservando — ripetiamo — la stessa stabilità di frequenza dell'oscillatore iniziale.

Da variazione di fase a variazione di frequenza

La **figura 10** illustra il circuito tipico di un modulatore di fase. In esso, la resistenza di cui si è detto è rappresentata dalla resistenza variabile di placca di una valvola amplificatrice. La resistenza interna di tale valvola varia, infatti, in funzione del segnale applicato alla griglia della valvola stessa: ciò consente di modulare di fase il segnale A.F. In particolare, con l'aumentare dell'ampiezza del segnale a frequenza acustica, la resistenza interna diminuisce, mentre l'angolo di fase del segnale uscente aumenta, e viceversa. Se la variazione di fase del segnale uscente è troppo ampia, si verifica anche una variazione contemporanea di ampiezza, e si ha quindi una certa distorsione del segnale. In altri termini, il modulatore a sfasamento consente di ottenere una variazione di fase (senza distorsione) limitata. In genere non si supera lo sfasamento di 25° rispetto al segnale A.F. applicato all'ingresso.

Sfasamento con impedenza costante

Poichè la resistenza della valvola modulatrice varia, l'ampiezza e la fase della tensione anodica varieranno di conseguenza. L'intera impedenza di entrata della rete sfasatrice varia, provocando un'alterazione dell'impedenza del segnale uscente. Questo inconveniente può essere eliminato impiegando una rete di sfasamento ad *impedenza costante*.

La **figura 11** illustra appunto un modulatore di questo tipo. Il circuito sfasatore è, questa volta, costituito da *L* e *C*. Si fa uso di una induttanza anzichè di una semplice resistenza, poichè la reattanza induttiva consente di compensare, alle diverse frequenze acustiche, la variazione di reattanza del condensatore. In tal modo si assicura sia la costanza del segnale modulato d'uscita, sia quella della impedenza di ingresso della rete. Il segnale a B.F. modulante è iniettato nella rete ad impedenza costante tramite la resistenza di catodo R_k.

Correzione del segnale di Bassa Frequenza

La deviazione equivalente di frequenza ottenuta con i modulatori di fase è proporzionale *alla frequenza* del segnale B.F. modulante. Questo effetto è indesiderabile nei sistemi a modulazione indiretta, in quanto la deviazione di frequenza deve dipendere soltanto *dall'ampiezza* del segnale B.F. Per convertire i segnali modulati di fase in altri corrispondenti modulati in frequenza, è necessario far passare i segnali di B.F. attraverso una semplice rete *RC* che li sfasa di 90°.

La tensione d'uscita modulata in frequenza viene poi prelevata ai capi del circuito sfasatore *RC*. Se si fa in modo che il valore della resistenza del circuito *RC* sia molto più alta della reattanza del condensatore alla Bassa Frequenza, l'intensità della corrente che la attraversa risulta praticamente determinata dal valore di *R*. La corrente si mantiene quindi relativamente costante al variare della frequenza, e ciò perchè la resistenza è costante.

La reattanza del condensatore varia sì al variare della frequenza; tuttavia, dal momento che — come abbiamo detto — il suo valore è percentualmente piccolo, anche il suo effetto sulla variazione di ampiezza della corrente sarà ridotto. La tensione presente ai capi del condensatore è pertanto eguale al prodotto tra la corrente relativamente costante, e la reattanza variabile del condensatore. Poichè la reattanza capacitiva è inversamente proporzionale alla frequenza, mentre la resistenza è fissa, la tensione d'uscita risulta proporzionale alla sola reattanza. Essa è quindi inversamente proporzionale alla frequenza, come desiderato. Questo circuito *RC* è detto *correttore audio*, poichè consente di variare il responso del modulatore di fase, in modo da determinare direttamente una modulazione di fase, e — indirettamente — una modulazione di frequenza.

ESAME di un RICEVITORE per F.M. e TARATURA

Gli strumenti necessari per una messa a punto razionale di una supereterodina per F.M. differiscono molto da quelli previsti per tarare i ricevitori per A.M. Ciò nonostante, con questi ultimi strumenti, è possibile una discreta taratura. Non descriveremo la costruzione di un Oscillatore speciale per la taratura F.M. perchè di realizzazione troppo difficile e, del pari, rimandiamo la descrizione dell'oscillografo (altro strumento per la taratura razionale): per questo esporremo la tecnica dell'allineamento in senso generale, senza riferimento cioè ad alcun modello di ricevitore in particolare. Per l'esame del ricevitore in questione è utile, anzitutto, una comparazione (**figura 1**) con un ricevitore per A.M.

FUNZIONE dei DIVERSI CIRCUITI

Sezione A.F. — Lo stadio amplificatore ad Alta Frequenza deve essere collegato ad un'antenna che dia un guadagno elevato nella gamma di frequenze da ricevere. A differenza delle comuni antenne usate per la ricezione delle trasmissioni a modulazione di ampiezza, effettuate su frequenze relativamente basse, nel caso dei ricevitori F.M. (operanti nella gamma compresa tra 87 e 100 MHz) occorre fare uso di antenne risonanti di lunghezza pari pressochè alla metà della lunghezza di onda dei segnali ricevuti. Nelle antenne così calcolate (dette **dipoli**) si formano delle onde stazionarie che permettono — attraverso un opportuno adattamento di impedenza, tra antenna e ricevitore — di sfruttare al massimo quella parte del campo elettromagnetico generato dal trasmettitore, che è disponibile nel punto in cui si trova il ricevitore.

Poichè i segnali da ricevere sono compresi in una gamma di frequenze piuttosto larga, occorre predisporre la lunghezza dell'antenna in modo da ricevere con un massimo di intensità la frequenza corrispondente al centro della gamma stessa, accontentandosi di un responso un po' minore agli estremi. Tale diminuzione di rendimento può essere resa assai piccola attuando opportuni accorgimenti, come meglio vedremo a suo tempo nella lezione dedicata alle antenne.

Si definisce frequenza centrale di una banda di frequenze, la frequenza data dalla radice quadrata del prodotto delle due frequenze estreme. A titolo di anticipazione, diciamo che l'antenna più semplice per la ricezione dei segnali a frequenze elevate, quali quelli modulati in frequenza, è costituita da un dipolo a mezza onda la cui lunghezza è calcolata con la formula:

$$l = 142 : f_m$$

nella quale l è la lunghezza dell'antenna in metri ed f_m è la frequenza centrale, scelta come abbiamo detto. La **figura 2** ne illustra l'aspetto.

Nel computo della frequenza centrale, le frequenze estreme saranno ovviamente — in questo caso — 87 e 100 MHz. Un'antenna a dipolo di questo tipo presenta un'impedenza nel punto centrale di alimentazione di circa 72 ohm. Il concetto in base al quale questo valore è stato stabilito è — in realtà — abbastanza complesso. Tuttavia, dal momento che alle antenne ed alle loro caratteristiche dedicheremo — ripetiamo — un'intera lezione, ci basti per ora sapere che un dipolo a mezza onda presenta una certa impedenza in ogni punto della sua lunghezza, come illustrato alla **figura 3**.

Il valore dell'impedenza in ogni punto è determinato dai valori di tensione e di corrente ivi esistenti. Come si nota osservando la figura, il punto di minima impedenza corrisponde a quello centrale, nel quale la corrente assume appunto il massimo valore. Allontanandosi dal centro, il valore dell'impedenza aumenta uniformemente in modo simmetrico ai due lati, fino a raggiungere un valore di circa 2500 ohm alle estremità.

Il lettore ricorderà certamente il noto principio secondo il quale, per ottenere il massimo trasferimento di energia, il valore della resistenza del carico deve essere il più possibile prossimo a quello della resistenza interna della sorgente. Nel nostro caso specifico, per non introdurre attenuazioni apprezzabili del segnale ricevuto, a causa di disadattamenti, si potrà usare — ad esempio — un cavo coassiale schermato avente una impedenza caratteristica di 75 ohm. La tensione trasferita dall'antenna al ricevitore mediante la linea di discesa viene poi utilizzata con l'impiego di un trasformatore accordato di antenna, il cui compito è, sia di aumentare la tensione del segnale, sia di separare il segnale desiderato da quelli dei canali adiacenti.

La funzione dello stadio amplificatore A.F. è, nel ricevitore per F.M., in tutto simile a quella dello stadio similare eventualmente presente nella supereterodina A.M. Il guadagno in tensione dello stadio non supera in genere un valore di 10 volte, e ciò a causa della curva di responso necessaria, che non è così acuta come in A.M. Esso deve permettere al segnale proveniente dal circuito d'antenna di raggiungere un livello tale da non essere interferito dal rumore prodotto internamente agli stadi del ricevitore (in particolar modo dal soffio

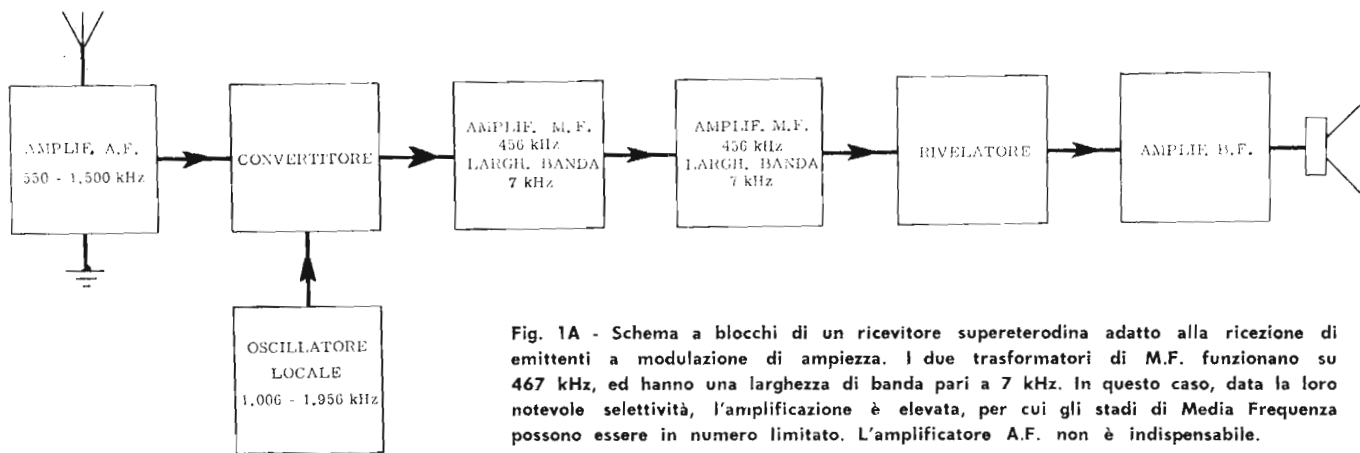



Fig. 1A - Schema a blocchi di un ricevitore supereterodina adatto alla ricezione di emittenti a modulazione di ampiezza. I due trasformatori di M.F. funzionano su 467 kHz, ed hanno una larghezza di banda pari a 7 kHz. In questo caso, data la loro notevole selettività, l'amplificazione è elevata, per cui gli stadi di Media Frequenza possono essere in numero limitato. L'amplificatore A.F. non è indispensabile.

caratteristico del convertitore). Oltre ad un miglioramento del rapporto segnale/disturbo, lo stadio amplificatore ad A.F. consente anche qui una maggiore attenuazione della frequenza di immagine.

Attualmente, esistono in commercio ricevitori adatti alla ricezione di emittenti sia a modulazione di ampiezza che a modulazione di frequenza. La **figura 4** illustra lo schema di un trasformatore di M.F. adatto a questo tipo di ricevitore; in tale trasformatore i primari ed i secondari sono tra loro in serie. Data la notevole differenza della frequenza di funzionamento, essi non si influenzano reciprocamente, se disposti come in figura: ciascuno di essi lascia passare il segnale che deve circolare nell'altro allorchè questo viene preso in considerazione.

In altre parole, nel funzionamento in modulazione di frequenza, il fatto che in serie sia al primario che al secondario esista un circuito *LC* in parallelo, non porta alcuna conseguenza, in quanto detto circuito *LC* lascia passare indisturbato un segnale la cui frequenza è ben distante dalla sua frequenza di risonanza.

In questi ricevitori è necessario effettuare delle commutazioni anche negli stadi accordati dell'amplificatore A.F., data la molteplicità delle gamme da ricevere. Sono in genere necessari tre circuiti accordati aggiuntivi per consentire la ricezione delle stazioni F.M., e precisamente: un circuito accordato per l'antenna e lo stadio amplificatore A.F., un circuito accordato per lo stadio oscillatore locale, ed uno infine per lo stadio convertitore. La gamma delle frequenze sintonizzabili nella gamma delle stazioni F.M. è notevolmente ampia, estendendosi per ben 13 MHz, (da 87 a 100 MHz) contro i 1000 kHz (500 - 1500 kHz) previsti per la ricezione in A.M. sulle Onde Medie.

Convertitore di frequenza. Il funzionamento dello stadio convertitore nei ricevitori supereterodina per F.M. è assai simile a quello dei circuiti usati per la ricezione di segnali modulati in ampiezza su frequenze inferiori. Naturalmente, il problema principale del convertitore F.M. e quello della stabilità dell'oscillatore ad esso abbinato. Infatti, se — come abbiamo detto — la Media Frequenza ha un valore di 10,7 MHz, ed il battimento a Media Frequenza è ottenuto per differenza, la massima frequenza di lavoro dell'oscillatore deve essere molto elevata, oltre cioè i 100 MHz. Ciò significa che una eventuale instabilità percentuale, anche se molto piccola, comporta uno slittamento in frequenza del battimento a frequenza intermedia assai ampio, e tale da farlo spostare in breve al di fuori della banda passante dell'amplificatore a Media Frequenza. Non potendosi pensare alla stabilizzazione a cristallo di un oscillatore per impieghi commerciali (dato anche il numero relativamente elevato di canali sui quali deve essere possibile la sintonia), occorre servirsi di altri circuiti per il controllo della frequenza. Senza entrare in dettagli tecnici che esulano dalle premesse di questo Corso, accenniamo solamente al fatto che tali circuiti sono costituiti da modulatori a reattanza, pilotati da una tensione continua prelevata da un circuito separato, ma funzionalmente simile a quello del C.A.V. Si tratta in sostanza di misurare l'ampiezza del segnale demodulato, e di variare in conseguenza la frequenza dell'oscillatore quando l'ampiezza del segnale diminuisce. La costante di tempo del circuito rivelatore dell'ampiezza della portante deve essere tale da evitare spostamenti di frequenza dovuti all'affievolimento del segnale. Questo fenomeno è peraltro assai raro alle frequenze elevate che vengono trasmesse — come vedremo a suo tempo — con propagazione rettilinea, ed indipendentemente quindi dalla riflessione da parte della ionosfera. Le correzioni di frequenza non dovranno ripetersi troppo frequentemente nel tempo, anche perchè lo spostamento della frequenza dell'oscillatore locale è un fenomeno lento. Correzioni troppo frequenti nel tempo sarebbero inutili se non dannose, in quanto lo spostamento continuo dell'oscillatore locale intorno al valore della frequenza portante introdurrebbe una modulazione di frequenza parassita, causa di distorsioni.

Come è noto, le variazioni di frequenza in un oscillatore sono dovute a diverse cause, quali la variazione dimensionale delle bobine dovuta alle variazioni di temperatura, le variazioni delle capacità interelettrodiche, ecc. Altro inconveniente, particolarmente sentito nei convertitori funzionanti con frequenze elevate, è — come si è detto — la interazione tra il segnale amplificato dallo stadio A.F. e l'oscillatore. La frequenza di quest'ultimo dista dalla portante del valore corrispondente alla Media Frequenza. Data la prossimità tra loro delle frequenze dei segnali, l'oscillatore tende a sincronizzarsi con la frequenza del segnale d'antenna.

E' quindi necessario usare una valvola oscillatrice

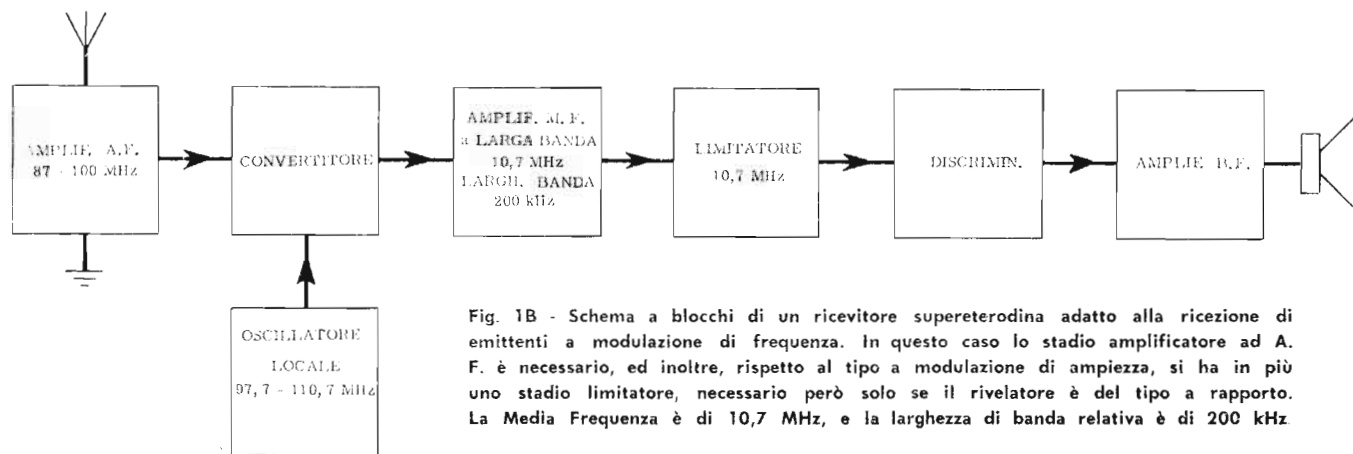



Fig. 1B - Schema a blocchi di un ricevitore supereterodina adatto alla ricezione di emittenti a modulazione di frequenza. In questo caso lo stadio amplificatore ad A. F. è necessario, ed inoltre, rispetto al tipo a modulazione di ampiezza, si ha in più uno stadio limitatore, necessario però solo se il rivelatore è del tipo a rapporto. La Media Frequenza è di 10,7 MHz, e la larghezza di banda relativa è di 200 kHz.

separata dalla convertitrice, accuratamente schermata e disaccoppiata. Un altro sistema per ridurre la variazione di frequenza dell'oscillatore locale consiste nello utilizzare la frequenza armonica (in genere la seconda armonica) dell'oscillatore, funzionante ad una frequenza più bassa. E' infatti possibile stabilizzare in modo assai migliore un oscillatore che funzioni su una frequenza relativamente bassa, perchè, dato che i componenti il circuito oscillatore hanno valori LC più elevati, risentono in modo percentualmente minore delle variazioni dimensionali e dell'effetto delle capacità parassite, che sono, tra l'altro, pressochè costanti.

Nel caso particolare della ricezione di segnali F.M. si ottiene a volte il battimento a frequenza intermedia per somma dei segnali di antenna e dell'oscillatore locale. In questo modo, data la frequenza del canale di M.F. di 10,7 MHz, è possibile ridurre ulteriormente la frequenza di lavoro dell'oscillatore di oltre 20 MHz. Il battimento somma può però dare luogo alla formazione di segnali spuri a frequenze più elevate ed interessanti i canali della televisione.

Ciò non rappresenta un problema se il ricevitore è adeguatamente schermato e se la sua reirradiazione dovuta all'oscillatore locale è ridotta: ciò nondimeno, alcuni costruttori preferiscono ottenere il battimento a Media Frequenza per differenza, allo scopo di ridurre l'eventualità di tale inconveniente, particolarmente fastidioso nei centri urbani in cui si ha una forte concentrazione di apparecchi.

L'amplificatore di Media Frequenza — Si è già detto che l'amplificatore di Media Frequenza di un ricevitore supereterodina F.M. ha una banda passante assai larga, e funziona con un valore di frequenza intermedia elevato. Il suo funzionamento è simile a quello degli stadi corrispondenti presenti nel ricevitore A.M. Gli stadi finali di tale amplificatore sono però costituiti da speciali limitatori di ampiezza che — ripetiamo — hanno lo scopo principale di eliminare i disturbi di tipo ad impulsi sovrapposti al segnale ricevuto. Questi disturbi, non rivelati nel caso di impiego di un rivelatore a rapporto, potrebbero però essere demodulati usando altri tipi di rivelatori, come ad esempio il discriminatore. Essi vengono eliminati negli stadi limitatori di cui abbiamo già parlato nella lezione teorica. Rimandiamo il lettore a pagina 614 per maggiori dettagli. Sull'amplificatore a frequenza intermedia occorre ricordare ancora una volta che il guadagno in tensione dei singoli stadi a larga banda è assai minore che non nel corrispondente tipo usato per segnali A.M.. Di conseguenza, sono necessarie più valvole nel ricevitore F.M. per poter raggiungere un guadagno complessivo sufficiente.

Il guadagno di un amplificatore a frequenza intermedia comprendente un trasformatore con due circuiti sintonizzati è dato dalla seguente formula:

$$g = \frac{g_m \, 2 \pi f k \sqrt{L_P L_S}}{k^2 + (1 : Q_P Q_S)}$$

dove g_m è la transconduttanza della valvola in µmho, f è il valore della Media Frequenza, k il coefficiente di accoppiamento, L_P ed L_S l'induttanza primaria e secondaria, e Q_P e Q_S il relativo fattore di merito.

Il guadagno di un amplificatore a larga banda in cui l'accoppiamento tra i circuiti è quello critico ($k = 1 : Q$) e il Q delle induttanze primarie e secondarie è identico, diventa:

$$g = \frac{g_m \, 2 \pi \, f L Q}{2}$$

In questa formula, g_m rappresenta la transconduttanza della valvola amplificatrice e $2 \pi f L$ la reattanza induttiva del circuito alla frequenza intermedia.

Un valore basso della Media Frequenza è indesiderabile, perchè la deriva stessa dell'oscillatore locale, per quanto piccola e compensata, sarebbe sufficiente a portare il battimento al di fuori della banda passante dell'amplificatore. D'altro canto, il valore della Media Frequenza non potrà mai essere inferiore alla massima larghezza di banda del trasmettitore, vale a dire di circa 200 kHz. La scelta del valore della Media Frequenza dipende, inoltre, da vari altri fattori, quali la risposta alla frequenza immagine, la risposta ai segnali di battimento tra stazioni emittenti distanti in frequenza di valore pari alla stessa Media Frequenza, nonchè dalla risposta ai segnali di frequenza armonica dell'oscillatore, o ai battimenti tra queste armoniche ed i segnali esterni, di ampiezza molto elevata.

L'interferenza dovuta al battimento tra due stazioni può essere ridotta se il valore della Media Frequenza è superiore alla larghezza di banda del segnale modulato in frequenza.

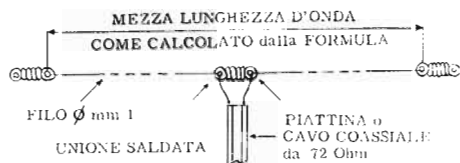



Fig. 2 - Tipico dipolo per modulazione di frequenza. La lunghezza totale è pari alla metà della lunghezza d'onda centrale ricevibile. La linea di discesa è a piattina.

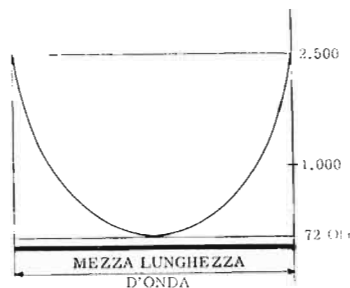



Fig. 3 - Curva illustrante la variazione di impedenza lungo lo sviluppo di un dipolo. L'impedenza minima è al centro.

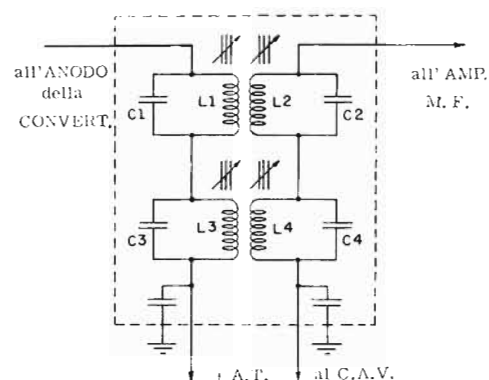



Fig. 4 - Trasformatore di M.F. per ricevitori misti, FM (in alto), ed AM (in basso).

Alcuni disturbi si possono notare quando le armoniche — per quanto lievi — dell'oscillatore locale, battono nella convertitrice con un segnale in arrivo di intensità notevole. La valvola convertitrice saturata funziona in tal caso da diodo modulatore, e si ottiene il fenomeno ben noto della modulazione incrociata: cioè, per effetto del segnale saturante, si ottengono battimenti tra questo ed ognuno degli altri segnali entranti nella valvola, col risultato che tutta la gamma delle frequenze ricevute sembra occupata da stazioni, in realtà inesistenti.

Questo fenomeno avviene assai facilmente in prossimità delle emittenti, ove cioè il campo irradiato dalla antenna è molto intenso. L'inconveniente può essere eliminato predisponendo all'entrata del ricevitore dei filtri trappola che attenuano il segnale particolarmente potente, lasciando inalterata la sensibilità del ricevitore alle frequenze laterali (ciò che non è possibile ottenere col C.A.V.). Ricorriamo ad un esempio numerico per chiarire maggiormente cosa avviene nel caso del battimento tra un segnale molto forte ed un'armonica dell'oscillatore locale.

Sia, ad esempio, la Media Frequenza del ricevitore di 10,7 MHz e la frequenza della portante della emittente sintonizzata di 86 MHz.

La frequenza dell'oscillatore risulta pertanto di 86 + 10,7 MHz. Supponiamo che un forte segnale a 102,05 MHz generi nel ricevitore (per saturazione della convertitrice) un'armonica a 204,1 MHz. Questa armonica, battendo con la seconda armonica dell'oscillatore locale (193,4 MHz), dà un battimento tra i due segnali pari a 10,7 MHz e cioè pari al valore della frequenza intermedia. Ne consegue che il ricevitore, sebbene sia sintonizzato sulla emittente a 86 MHz, risulta disturbato dalla emittente di 102,5 MHz molto intensa. Questo disturbo (intermodulazione) avviene, come si è visto, all'interno del ricevitore stesso, e non va confuso con l'altro fenomeno, interno anch'esso, della frequenza immagine. In base all'esempio fatto, quest'ultima dovrebbe avere un valore di 96,7 + 107,4 MHz.

L'interferenza dovuta alla modulazione incrociata può anche essere ridotta aumentando la selettività dei circuiti, in modo da evitare l'amplificazione e la conversione di segnali molto forti, la cui frequenza è al di fuori di quelle comprese nella banda sintonizzata.

La valvola oscillatrice deve essere scelta tra quelle le cui capacità interelettrodiche sono ridotte. La tensione di alimentazione deve, per quanto possibile, essere stabilizzata e, nel circuito accordato, occorrono condensatori con adatto coefficiente di temperatura.

Circuito tipico di un ricevitore per F.M.

Esso è illustrato alla **figura 5-A** e **5-B,** e comprende tutti i vari stadi fino al rivelatore. Nel sintonizzatore, il C.A.V. assume un'importanza molto minore rispetto a quella che ha nel ricevitore A.M., perchè gli stadi vengono qui impiegati tutti al massimo della sensibilità, a vantaggio di una più efficace limitazione di ampiezza del segnale nel limitatore. La tensione del C.A. V. è ottenuta dal rivelatore a rapporto, ed è inviata alle griglie delle valvole *V4* e *V5*.

Gli stadi a Media Frequenza sono accordati su 10,7 MHz. e l'oscillatore locale, (*V2*) lavora su una gamma di frequenza superiore a quella ricevuta, compresa cioè tra 87 + 10,7 = 97,7 MHz e 100 + 10,7 MHz. Esso è progettato in modo da consentire una buona stabilità di frequenza. Il convertitore è costituito da una valvola pentagriglia (*V3*). L'amplificatore a Media F. adotta pentodi a pendenza variabile; i relativi trasformatori hanno la richiesta banda passante di 200 kHz.

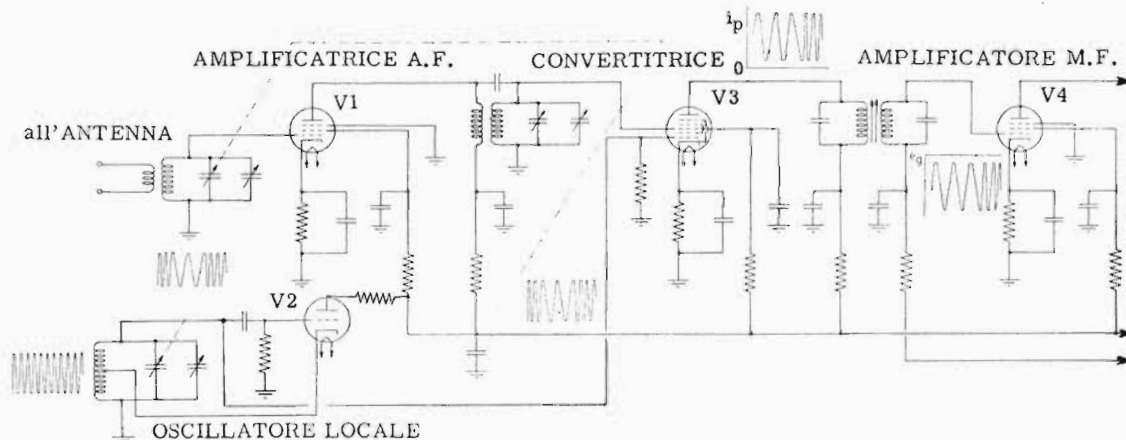
Il rivelatore a rapporto impiega un doppio diodo (*V6*). L'uscita a B.F. del rivelatore è convogliata ad un amplificatore convenzionale di B.F., non illustrato. La tensione anodica per l'alimentazione del sintonizzatore può essere ottenuta tramite un normale circuito rettificatore a due semionde. Anch'esso è stato omesso nello schema, in quanto del tutto convenzionale.

Come si nota, dopo ogni stadio è riportata la forma d'onda del segnale ivi presente, nonchè il suo comportamento nei confronti della corrente anodica o della tensione di griglia.

Ciò consente un'analisi più dettagliata delle modifiche che il segnale subisce attraverso l'intero circuito compreso tra l'antenna e l'uscita del rivelatore a rapporto. Detta uscita costituisce — tramite un potenziometro regolatore di volume — la tensione di ingresso alla sezione di Bassa Frequenza.

L'ALLINEAMENTO dei RICEVITORI per F.M.

Abbiamo visto, alla lezione 73ª, come si effettua, in pratica, la taratura o allineamento di un ricevitore su-

Fig. 5A - Circuito tipico di un sintonizzatore per FM. Come si nota, la valvola oscillatrice è separata.

pereterodina a modulazione di ampiezza. Il lettore che ha costruito uno dei ricevitori suggeriti, e che disponga dell'oscillatore modulato, ha così potuto mettere in pratica le cognizioni ivi esposte.

Per i ricevitori a modulazione di frequenza, si richiedono — per una soluzione razionale dello stesso problema — apparecchiature diverse. Come vedremo tra breve, tuttavia, l'allineamento di questo tipo di ricevitore può essere effettuato anche con un comune generatore di segnali ad Alta Frequenza del tipo già noto al lettore; ripetiamo però che, se si desidera ottenere un risultato veramente soddisfacente, è indispensabile l'impiego di strumenti più complessi e più costosi.

L'oscillografo a raggi catodici — ad esempio — è uno di essi: è già stato citato in varie occasioni, ma lo svolgimento del programma di questo Corso non ne ha ancora consentito una dettagliata descrizione. Essa sarà oggetto di alcune lezioni prossime, dopo le quali molti degli argomenti ora trattati risulteranno più chiari.

Per il momento, ci basti ricordare che il tubo a raggi catodici — dal quale ha avuto origine la moderna televisione — è uno strumento che consente di vedere direttamente su di uno schermo sia la forma d'onda di un segnale, semplice o complesso, sia — addirittura — l'intera curva di risposta di un circuito o di un trasformatore, vale a dire il comportamento di quel circuito nei confronti di una data gamma di frequenze.

Il generatore di segnali modulato in frequenza — altro strumento per questa particolare tecnica — consente di introdurre in vari punti del ricevitore da allineare segnali analoghi a quelli con i quali esso deve funzionare.

D'altro canto, con un comune generatore a modulazione di ampiezza (nel quale sia stata sopressa la modulazione a Bassa Frequenza) è possibile variare a mano gradualmente, punto per punto, la frequenza del segnale iniettato, e misurare per successive letture il segnale presente in uscita. Qusto sistema è però — ripetiamo — molto meno pratico e molto più laborioso.

L'esposizione che qui viene fatta della tecnica di allineamento di un ricevitore a modulazione di frequenza va intesa in senso generico.

Per concludere in base alla premessa di cui sopra, diremo che i metodi di allineamento possibili sono: quello basato sull'impiego di uno strumento di misura del segnale d'uscita, e quello basato sull'osservazione visuale della taratura. Col metodo dello strumento, si fa uso di un voltmetro ad alta resistenza interna (20.000 ohm/V o più) o — meglio ancora — di un voltmetro a valvola, nonchè di un comune generatore di segnali che copra la gamma delle frequenze sulle quali il ricevitore deve funzionare, e che possa fornire anche un segnale del valore della frequenza intermedia. Questo generatore può essere del tipo descritto alla lezione 68ª, ossia a frequenza variabile, e deve essere usato escludendo la modulazione a 400 Hz.

Col metodo visuale — invece — si usa un diverso, apposito generatore, modulato in frequenza, che copre le gamme anzidette, ed un oscillografo.

Il generatore in questione viene detto «vobbulato». Talvolta, con la tecnica del controllo visivo, si fa anche uso, in più, di un generatore a cristallo, quindi a frequenze fisse, destinato a produrre particolari segnali che servono come frequenze di riferimento sullo schermo dell'oscillografo.

In ogni caso — come già sappiamo — è sempre opportuno, prima di iniziare le operazioni, porre sia il ricevitore da allineare che gli strumenti necessari sotto tensione, e lasciarli in tali condizioni per una diecina di minuti, affinchè venga raggiunta una stabile temperatura di funzionamento. Ciò consente una maggiore stabilità dal punto di vista elettrico, sia per quanto riguarda le diverse tensioni, sia per l'ampiezza e la frequenza dei vari segnali.

Come per i ricevitori A.M., anche in questo caso si procede a ritroso nei confronti del percorso del segnale. In altre parole, si inizia l'allineamento dall'ultimo trasformatore di Media Frequenza, e si procede verso lo stadio convertitore, fino ad iniettare, come ultima operazione, il segnale direttamente nella presa di antenna.

TARATURA CON VOLTMETRO

Allineamento di un rivelatore a discriminazione

Le varie operazioni si susseguono nell'ordine qui esposto.

a) Sintonizzare il generatore sulla frequenza nominale intermedia del ricevitore (10,7 MHz) e collegare l'uscita del generatore stesso (onda non modulata) alla griglia della valvola limitatrice che precede immediatamente il discriminatore.

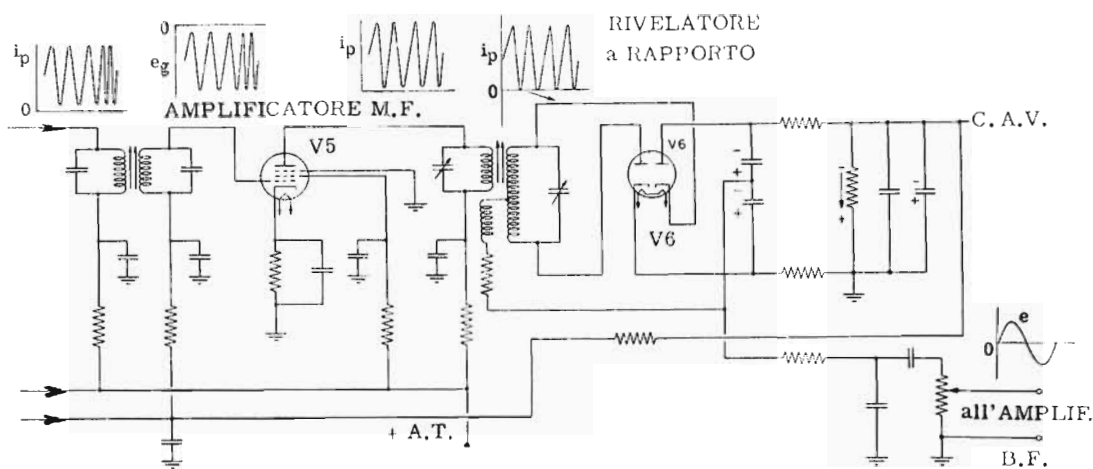



Fig. 5B - Continuazione del circuito di figura 5A. Gli stadi di Media Frequenza sono complessivamente due, e non esiste lo stadio limitatore in quanto il rivelatore è del tipo a rapporto.

b) Collegare il voltmetro **per corrente continua** ad alta resistenza (o il voltmetro a valvola, sempre predisposto per c.c.) ai capi di **una** delle resistenze di carico del discriminatore. Regolare il primario del trasformatore del discriminatore per la massima indicazione da parte dello strumento. Se l'indice di quest'ultimo si sposta in senso antiorario, invertire i puntali. Regolare la portata dello strumento stesso, fino ad ottenere letture in prossimità del centro della scala. In seguito, senza variare nè la frequenza nè l'ampiezza del segnale iniettato, collegare il voltmetro ai capi dell'intero circuito di carico del discriminatore. Dal momento che l'uscita deve essere zero quando il secondario e perfettamente tarato — mentre la polarità dell'eventuale segnale residuo dovuto al disallineamento può essere positiva o negativa a seconda dell'errore di allineamento — è molto utile poter disporre di un voltmetro con zero centrale (galvanometro). In ogni caso, il secondario del trasformatore del discriminatore deve essere allineato fino ad ottenere un'uscita pari a zero.

Allineamento di un rivelatore a rapporto

a) I rivelatori a rapporto non dànno alcuna uscita con segnali non modulati in frequenza. Essi, inoltre, di norma non sono preceduti da stadi limitatori. Per questo motivo, quando si vuole allineare un rivelatore a rapporto, il generatore di segnali viene collegato alla griglia dell'ultimo stadio di Media Frequenza.

b) Per allineare il rivelatore a rapporto (vedi **figura 6**), collegare il generatore di segnali come sopra indicato (*a*) sintonizzandolo sulla frequenza necessaria (10,7 MHz). Collegare uno strumento ad alta resistenza interna ai capi di R_1, e regolare il primario di T fino ad ottenere la massima indicazione da parte di detto strumento.

c) Per allineare il secondario, è necessario dividere il circuito di carico in due parti simmetriche. Ciò può essere effettuato collegando ai suoi capi due resistenze da 0,1 Mohm ciascuna (R_2 ed R_3 nella figura 6) ai capi della resistenza effettiva di carico R_1. Lo strumento va collegato tra il punto di unione delle due resistenze R_2 ed R_3, e l'uscita del segnale a Bassa Frequenza (tra X e Y nella figura). Il secondario del trasformatore T deve essere quindi sintonizzato in modo che la tensione indicata dal voltmetro sia zero.

Allineamento della Media Frequenza e del limitatore

a) Nei ricevitori nei quali il rivelatore è del tipo *a rapporto*, gli stadi a Media Frequenza vengono allineati misurando la tensione di uscita del rivelatore durante le diverse operazioni. Per fare ciò lo strumento va collegato ai capi della resistenza di carico del rivelatore a rapporto (ad esempio R_1 nella figura 6).

b) Sintonizzare il generatore di segnali sulla frequenza esatta, ed iniettare il relativo segnale sulla griglia di ciascun stadio a Media Frequenza. Procedere nell'allineamento partendo dal circuito del rivelatore, verso lo stadio convertitore.

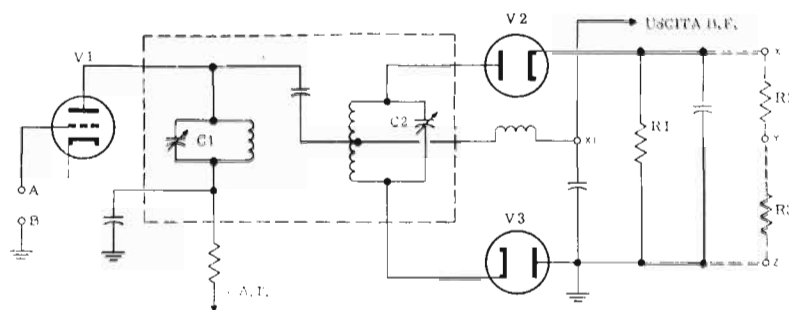
Mentre il generatore è collegato all'ingresso di ogni stadio, sintonizzare il circuito di accoppiamento di uscita di quello stesso circuito per la massima indicazione da parte dello strumento.

c) Nei ricevitori nei quali il rivelatore è del tipo *a discriminatore*, questo stadio è preceduto da uno o due stadi limitatori. In questi ricevitori, gli stadi limitatori debbono essere allineati prima degli stadi amplificatori a Media Frequenza.

d) Se il ricevitore comprende due stadi limitatori, accoppiati mediante un circuito sintonizzato, essi possono essere allineati nel modo che segue.

Collegare il generatore di segnali (sintonizzato sulla frequenza intermedia) all'ingresso della prima valvola limitatrice. Se nel circuito di griglia del limitatore sono presenti due resistenze in serie tra loro, il voltmetro va collegato tra il punto in cui esse si uniscono e la massa. Regolare il circuito di accoppiamento tra i due limitatori, fino ad ottenere la massima indicazione sullo strumento. L'ampiezza del segnale fornito dal generatore deve essere bassa, in modo che l'indicazione del voltmetro aumenti o diminuisca bruscamente allorchè si varia nei due sensi l'accordo del limitatore.

e) Gli stadi amplificatori a Media Frequenza di un ricevitore nel quale sono presenti degli stadi limitatori, sono allineati in modo simile a quello descritto ai punti *a* e *b* di cui sopra. La sola differenza consiste nel fatto che il voltmetro viene collegato — in questo caso — ai capi della resistenza di griglia del primo limitatore, anzichè ai capi del carico del rivelatore. Gli stadi amplificatori a Media Frequenza vengono sintonizzati per la massima indicazione del voltmetro.

Fig. 6 - Circuito tipico di un rivelatore a rapporto. Durante le operazioni di allineamento, è necessario tarare il primario del trasformatore di accoppiamento, agendo su C1, fino ad avere la massima indicazione sullo strumento. L'allineamento del secondario è possibile mediante la suddivisione del carico in due parti eguali, costituite da R2 ed R3.

Allineamento stadi A.F. - convertitore - oscillatore

Il metodo di allineamento degli stadi ad Alta Frequenza e dell'oscillatore, nei ricevitori a modulazione di frequenza, è in tutto simile a quello adottato per i ricevitori a modulazione di ampiezza. Il generatore di segnali impiegato per l'allineamento deve poter fornire la medesima gamma di frequenze sulle quali funziona il ricevitore: inoltre, il segnale prodotto deve poter essere modulato in frequenza oppure non modulato.

Il voltmetro usato per le letture di allineamento viene collegato esattamente come per l'allineamento degli stadi amplificatori di Media Frequenza. Le operazioni consistono semplicemente nel regolare i diversi trasformatori fino ad ottenere la sintonia esatta sulla frequenza del segnale iniettato.

TARATURA CON OSCILLOGRAFO

Allineamento degli stadi a Media Frequenza

a) L'uso di un oscillografo e di un generatore modulato in frequenza permette di ottenere risultati notevolmente migliori nell'allineamento degli stadi di Media Frequenza, che non con l'impiego di un generatore di segnali normale e di un voltmetro. Con questo metodo è infatti possibile osservare direttamente sullo schermo del tubo a raggi catodici, le curve di risposta alla frequenza (banda passante). La curva visibile sul disegno schematico dell'oscillografo nella **figura 7** è appunto una curva tipica di responso della banda passante. Il picco della curva deve corrispondere esattamente alla frequenza che sussiste in assenza di segnale modulante durante la ricezione. Per assicurarsi che detto picco corrisponda al valore nominale della Media Frequenza, e che le caratteristiche della banda passante siano esatte, occorre disporre di segnali di riferimento (marker). Questi segnali, opportunamente inettati nel circuito che si desidera allineare, dànno dei picchi chiaramente identificabili, in quanto sono visibili sullo schermo sotto forma di piccole e rapide deviazioni della traccia luminosa, comunemente denominate « pip ». Qualsiasi generatore di segnali, purchè accuratamente tarato, e che possa essere sintonizzato su una frequenza non modulata di riferimento del valore desiderato, può essere usato come « marker ». Alcuni generatori di tipo speciale forniscono contemporaneamente diversi segnali a frequenza di riferimento. Per ottenere tre picchi (pip) come indicato alla figura 7, è necessario iniettare tre segnali di riferimento, di frequenza pari rispettivamente a quella centrale, ed a quelle estreme, superiore ed inferiore, della banda passante sulla quale funzionano gli stadi amplificatori a Media Frequenza. Di solito, è sufficiente disporre del solo segnale di riferimento che corrisponde alla frequenza centrale della banda passante, a meno che le caratteristiche di detta banda non siano molto critiche.

b) L'allineamento degli stadi a Media Frequenza effettuato con questo metodo viene eseguito collegando l'ingresso dell'amplificatore verticale dell'oscillografo ai capi della resistenza di griglia dello stadio limitatore. Il generatore modulato in frequenza va collegato alla griglia dell'ultimo stadio amplificatore a Media Frequenza. La figura 7 illustra appunto questi collegamenti in uno schema funzionale.

c) Regolare i compensatori in parallelo al primario ed al secondario del trasformatore, fino ad ottenere sullo schermo la curva di responso desiderata.

d) Allineare gli altri stadi a Media Frequenza spostando il punto di iniezione del segnale del generatore, stadio per stadio, procedendo sempre verso lo stadio convertitore, e ripetendo ogni volta le operazioni indicate al punto c di cui sopra.

Allineamento di discriminatori e rivelatori a rapporto

Discriminatore — La **figura 8** illustra lo schema a blocchi delle connessioni necessarie tra il ricevitore e gli strumenti. I due picchi di riferimento indicati nella figura sullo schermo dell'oscillografo possono essere ottenuti iniettando due segnali di riferimento, i quali individuano i limiti superiore ed inferiore della banda passante dell'oscillatore a frequenza modulata.

Collegare l'ingresso dell'amplificatore verticale dello oscillografo ai capi del circuito di uscita della Bassa Frequenza del discriminatore. Iniettare il segnale del generatore a frequenza modulata nel circuito di griglia dell'ultimo stadio limitatore. Iniettare la tensione di analisi («sincronismo» nella figura 8) all'ingresso dello amplificatore orizzontale dell'oscillografo. Se il discriminatore è allineato correttamente, sullo schermo apparirà una curva ad « *S* » ben centrata e nettamente definita. La presenza di un segnale di riferimento an-

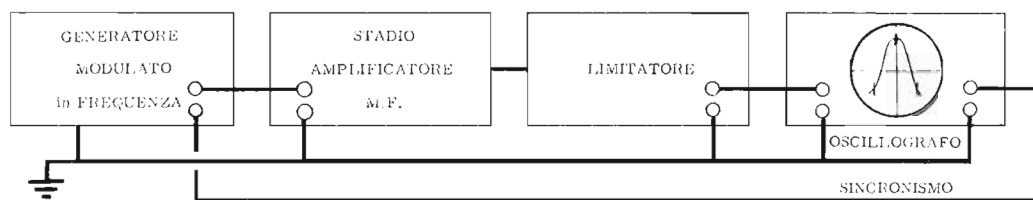



Fig. 7 - Disposizione degli strumenti per l'allineamento della Media F mediante l'oscillografo.

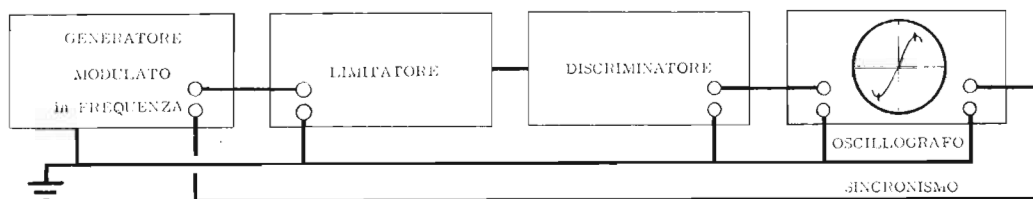



Fig. 8 - Disposizione degli strumenti per l'allineamento del discriminatore mediante l'oscillografo.

che al centro della curva relativa alla banda passante rende più semplice la valutazione della linearità del discriminatore. Se detta linearità è buona, il « pip » corrispondente a questo segnale deve apparire al centro del tratto lineare della curva. Una curva ad « *S* » appuntita o imperfetta denuncia un disallinemento del primario. In tal caso occorre regolare il primario del trasformatore di ingresso del discriminatore, finchè la curva ad «*S*» presenta picchi arrotondati e la massima ampiezza. Il secondario del discriminatore va allineato in modo da estendere al massimo il tratto rettilineo della curva. Se si usa un segnale di riferimento al centro della banda passante, la regolazione consiste nel centrare la curva rispetto al « pip » della frequenza di riferimento.

Rivelatore a rapporto — L'allineamento dei ricevitori a modulazione di frequenza con rivelatori a rapporto viene eseguito collegando il generatore modulato in frequenza alla griglia dell'ultimo stadio amplificatore a Media Frequenza. L'uscita del segnale B.F. del rivelatore deve essere collegata all'ingresso dell'amplificatore verticale dell'oscillografo.

L'esattezza dell'allineamento è indicata dalla curva ad « *S* » precedentemente citata a proposito del discriminatore. La rassomiglianza tra i due procedimenti si limita tuttavia a questo. Se il secondario del trasformatore di ingresso del rivelatore viene dissintonizzato, la curva assume la ben nota forma a campana (vedi figura 8 a pag. 582).

A questo punto si inizia l'allineamento disaccordando il secondario del trasformatore di ingresso del rivelatore. Sullo schermo dell'oscillografo apparirà allora una curva a campana. Si regola quindi il primario del trasformatore fino ad ottenere la massima ampiezza di questa curva.

Allineare i rimanenti stadi a Media Frequenza, uno alla volta, procedendo — come di consueto — verso il mescolatore. Regolare quindi il secondario del trasformatore del rivelatore fino ad ottenere la curva di risposta ad « *S* ». La presenza di un segnale di riferimento al centro della banda passante è molto utile per centrare il tratto rettilineo della curva stessa.

Allineamento stadi A.F. - convertitore - oscillatore

a) L'oscillografo può essere usato anche per l'allineamento degli stadi A.F., del mescolatore e dell'oscillatore. L'ingresso dell'amplificatore verticale dell'oscillografo deve essere collegato ai capi della resistenza di griglia del limitatore, mentre il segnale modulato in frequenza, proveniente dal generatore, viene applicato alla presa di antenna del ricevitore. La disposizione degli strumenti è identica a quella illustrata alla figura 7, ad eccezione del punto nel quale il generatore F. M. deve essere collegato.

b) Sintonizzare il generatore ed il ricevitore sulla medesima frequenza, in prossimità dell'estremo alto della gamma di funzionamento. Ciò deve essere fatto con lo ausilio di un generatore « marker » accuratamente tarato, o di un frequenzimetro. La deviazione di frequenza del segnale fornito dal generatore F.M. detto « vobbulato », deve essere almeno doppia di quella dei segnali che dovranno essere successivamente ricevuti. Questo accorgimento consente di osservare sull'oscillografo la curva relativa all'intera banda passante.

c) Regolare il compensatore in parallelo al circuito dell'oscillatore (e quelli eventualmente presenti nello amplificatore ad Alta Frequenza e nel mescolatore) per la massima ampiezza della curva riprodotta sullo chermo del tubo a raggi catodici.

d) Ripetere questa medesima operazione all'estremo inferiore della gamma ricevuta, regolando questa volta i compensatori in serie (padder) ai circuiti menzionati.

e) Si prenda nota dell'ampiezza della curva di responso (voci *c* e *d*), e si ripeta l'intera operazione alle estremità bassa e alta della gamma, finchè si è certi che non è più possibile ottenere alcun miglioramento.

f) Ultimato l'allineamento, controllare l'esattezza della taratura della scala del ricevitore. Questa operazione viene effettuata controllando il ricevitore su diverse frequenze attraverso l'intera gamma che si desidera ricevere. Regolare il generatore F.M. (sweep) e di riferimento (marker) con cura, su ciascuna di tali frequenze, e controllare sull'oscillografo il segnale di uscita. La taratura e l'accordo scalare del ricevitore vengono controllati osservando che il « pip » di riferimento sia sempre nella medesima posizione rispetto alla curva di responso, e che la curva stessa si mantenga ad un'ampiezza costante in corrispondenza di tutti i punti in cui questo controllo viene effettuato.

DOMANDE sulle LEZIONI 79ª e 80ª

N. 1 —
Quanti sono i metodi mediante i quali è possibile modulare in frequenza il segnale prodotto da un oscillatore ad Alta Frequenza?

N. 2 —
Quanti e quali sono i principali metodi diretti?

N. 3 —
In che cosa consiste il metodo indiretto?

N. 4 —
Con quale metodo è possibile la massima stabilità della frequenza portante, mediante stabilizzazione con un oscillatore a cristallo?

N. 5 —
Di quante sezioni consta un ricevitore per modulazione di frequenza?

N. 6 —
In un circuito limitatore in serie, quando si verifica l'azione di limitazione?

N. 7 —
Quando accade che il diodo si comporti come un circuito aperto nei confronti del segnale?

N. 8 —
Per quale motivo lo stadio limitatore è indispensabile col discriminatore, mentre non lo è col rivelatore a rapporto?

N. 9 —
In cosa consiste — in linea di massima — il controllo automatico di frequenza?

N. 10 —
Quanti sono i sistemi mediante i quali è possibile effettuare l'allineamento di un ricevitore a modulazione di frequenza?

N. 11 —
Quale di essi è più completo? Perchè?

N. 12 —
Quali sono le condizioni necessarie per allineare un ricevitore a modulazione di frequenza col metodo dello strumento, mediante un generatore del tipo usato per l'allineamento dei ricevitori a modulazione di ampiezza?

N. 13 —
Quale deve essere la forma della curva ottenuta sullo schermo del tubo a raggi catodici, affinchè l'allineamento sia perfetto?

N. 14 —
E' possibile effettuare l'allineamento con un solo segnale «marker» di riferimento?

N. 15 —
Per un allineamento perfetto, quanti dovrebbero essere i segnali «marker»?

N. 16 —
In assenza di modulazione, come deve essere il segnale presente all'uscita del rivelatore?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 617

N. 1 — L'ampiezza del segnale captato dall'antenna, e l'ampiezza che esso deve raggiungere affinchè il rivelatore funzioni regolarmente e fornisca un segnale di B.F. sufficiente.

N. 2 — In classe A.

N. 3 — Gli stadi di amplificazione a Media Frequenza, per il valore di quest'ultima, e lo stadio rivelatore.

N. 4 — Eliminare le interferenze di immagine, ed aumentare l'ampiezza del segnale in arrivo.

N. 5 — Adottando la seconda armonica della frequenza prodotta, impiegando capacità insensibili alla temperatura, ed eventualmente stabilizzando le tensioni di alimentazione.

N. 6 — Perchè — a causa della necessaria larghezza di banda — il guadagno di ogni singolo stadio è minore che in AM.

N. 7 — Ricorrendo alla doppia conversione di frequenza.

N. 8 — Dalla larghezza di banda, dal tipo di circuito, e dalle caratteristiche delle valvole.

N. 9 — Come un modulatore a basso livello. La frequenza dell'oscillatore costituisce la portante, ed il segnale in arrivo la modulazione applicata.

N. 10 — A mantenere rigorosamente costante l'ampiezza dei segnali applicati al discriminatore.

N. 11 — L'eliminazione delle variazioni di ampiezza del segnale da rivelare, ossia degli eventuali disturbi.

N. 12 — Gli stadi nei quali viene effettuata l'amplificazione a Media Frequenza.

N. 13 — Dalla robustezza dei trasformatori interstadio, dalla rigidità dei collegamenti e dalla schermatura tra i componenti.

N. 14 — Nel fatto che per la rivelazione in AM è sufficiente un solo diodo, mentre per la FM ne occorrono due.

N. 15 — Buona linearità, e semplicità di allineamento sono i vantaggi. Bassa sensibilità è lo svantaggio principale. A causa di ciò, se si usa il discriminatore come stadio rivelatore, occorre una notevole amplificazione in Alta e Media Frequenza.

N. 16 — Esso offre il vantaggio di non necessitare di uno stadio limitatore, in quanto è insensibile alle modulazioni di ampiezza recate dal segnale da rivelare; inoltre, la sensibilità è molto elevata, per cui non necessita di grande amplificazione da parte degli stadi precedenti. Per contro, il relativo trasformatore di accoppiamento è più complesso e delicato che nel discriminatore, e l'allineamento è assai critico e laborioso.

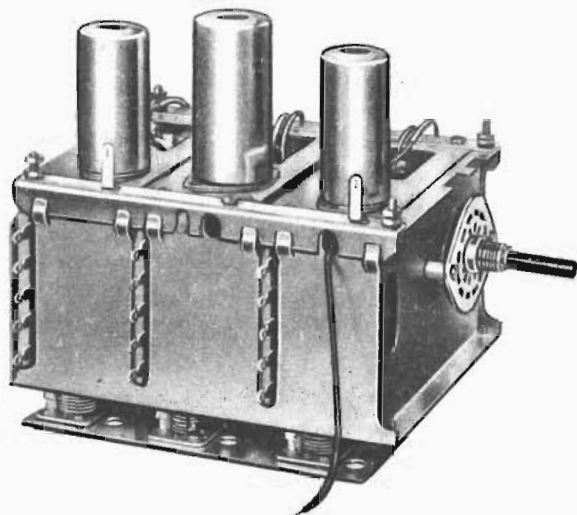
N. 17 — Perchè consente la trasmissione, e quindi la ricezione, di una gamma di frequenze acustiche molto più ampia che non la modulazione di ampiezza. In altre parole, la riproduzione è molto più fedele.

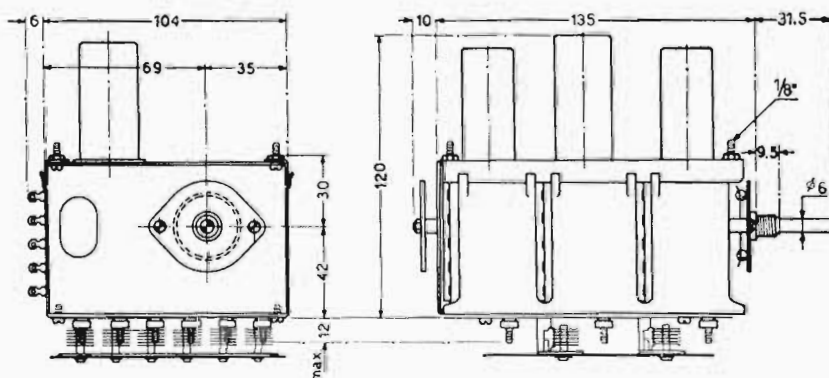
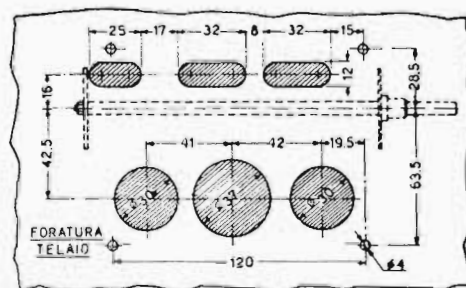
N. 18 — Nel valore delle capacità, nelle caratteristiche del trasformatore di uscita, e nell'eventuale dispositivo di controllo del tono. In F.M. la sezione di B.F. può essere, con ragione, del tipo ad Alta Fedeltà.

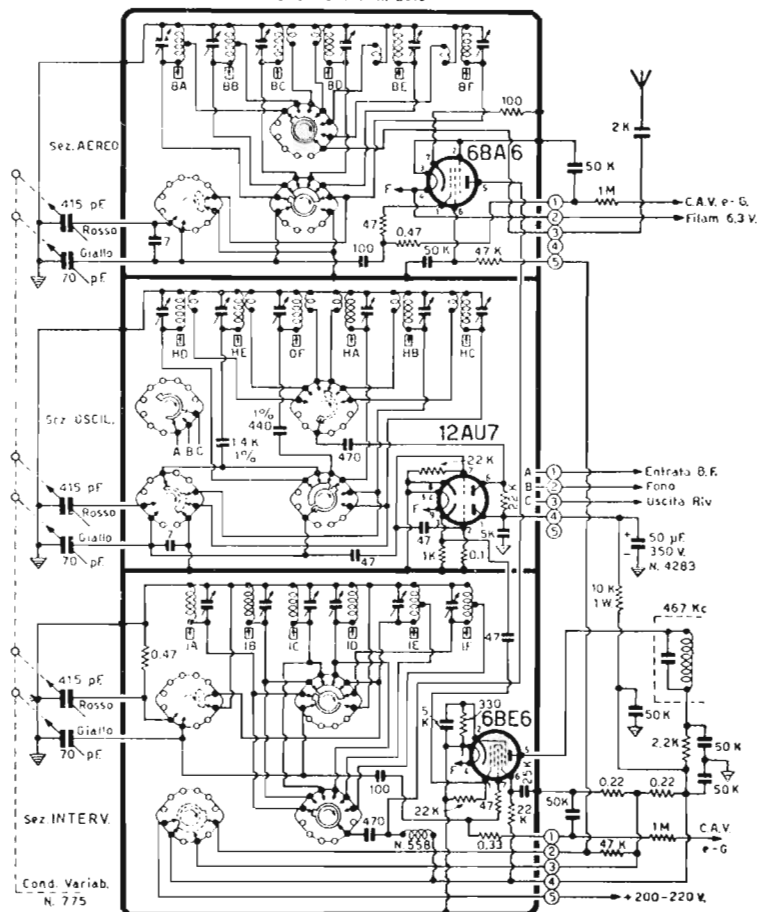
La soluzione, da tempo adottata, per risolvere razionalmente i problemi dello stadio d'entrata/oscillatore delle supereterodine, consiste nella realizzazione di un assieme di tutte le induttanze, le commutazioni, e diversi altri componenti. Questa unione di parti forma il cosiddetto « Gruppo di A.F. »; l'intera sezione determinante del ricevitore risulta calcolata e prefabbricata. Logicamente, deve essere possibile una scelta di tipi onde soddisfare necessità diverse di progetto (gamme, valvole, stadi ecc.). Poichè, come è facile intuire, dalla cura costruttiva e di progetto del Gruppo dipende l'esito dell'intero apparecchio, occorre — per la sua scelta — indirizzarsi a Fabbriche di provata esperienza che, oltre a garantire una costruzione accurata, possano dare affidamento di uniformità di produzione. Per questo, pubblichiamo una serie di dati utili, riguardanti una produzione nazionale (Geloso - v.le Brenta, 29 - Milano) tra le più sicure e complete del genere. Non sarà difficile al lettore che abbia acquisita pratica e familiarità con i montaggi, pervenire a modifiche e rimodernamenti di ricevitori mediante l'inserzione di uno dei Gruppi elencati.

GRUPPI SINTONIZZATORI A 6 GAMME con stadio sintonizzatore in A.F.

I Gruppi di questa serie sono tra i più complessi della produzione: comprendono tre valvole e sono previsti sopratutto per ricevitori che abbiano esigenze elevate nel campo delle Onde Corte. Sono formati da un unico blocco meccanico comprendente tre sezioni, rigidamente fissate ed elettricamente collegate, portanti i relativi zoccoli per valvole e cioè, rispettivamente, una valvola amplificatrice ad A.F., una valvola doppia (oscillatrice e separatrice) ed una valvola miscelatrice. Hanno elevata sensibilità, alta selettività, elevato rapporto immagine/segnale, dovuto allo stadio d'amplificazione ad A.F. Lo stadio separatore, interposto tra oscillatore e miscelatore, consente alta stabilità di sintonia con assenza di deriva.

Il 2615, per M.F. di 467 kHz, ha una copertura continua della gamma da 10 a 580 m, suddivisa in 6 bande. Il 2620 è studiato per l'uso in ricevitori di tipo professionale, destinati al traffico dilettantistico e aventi doppia conversione di frequenza (prima Media = 4,6 MHz).

Cat. N.	Valvole	Cond. var. N.	FI MHz	Gamme d'onda in metri						Colleg. esterni
2615	6BA6-12AU7-6BE6	775	0,476	10÷16	15÷25	24÷40	39÷65	64÷190	190÷580	Fono
2620	6BA6-12AU7-6BE6	2792 (1)	4,6	10 m 28÷30 MHz (2)	11 m 26÷28 MHz (2)	15 m 21÷21,5 MHz (2)	20 m 14÷14,4 MHz (2)	40 m 7÷7,3 MHz (2)	80 m 3,5÷4 MHz (2)	—

(1) Da usare in unione ad un condensatore verniero N. 8475 destinato alla regolazione fine dell'accordo d'aereo. Per l'uso del calibratore capacitivo della scala di sintonia (« dial-reset »), costituito da un compensatore cat. N. 80173, la taratura è da effettuare per battimento zero con un segnale prodotto da un oscillatore locale a quarzo (vedi ricevitore G209-R).
(2) Gamma dei radioamatori.

Per il Gruppo N. 2615 la lunghezza L del perno, compresa la boccola filettata, è normalmente di mm 61 (N. Disegno 6428-C). Dietro particolare ordinazione può essere fornito anche con un perno della lunghezza di mm 31,5 (N. Dis. 6428-B). Per il Gruppo N. 2620 la lunghezza del perno è di mm 35.

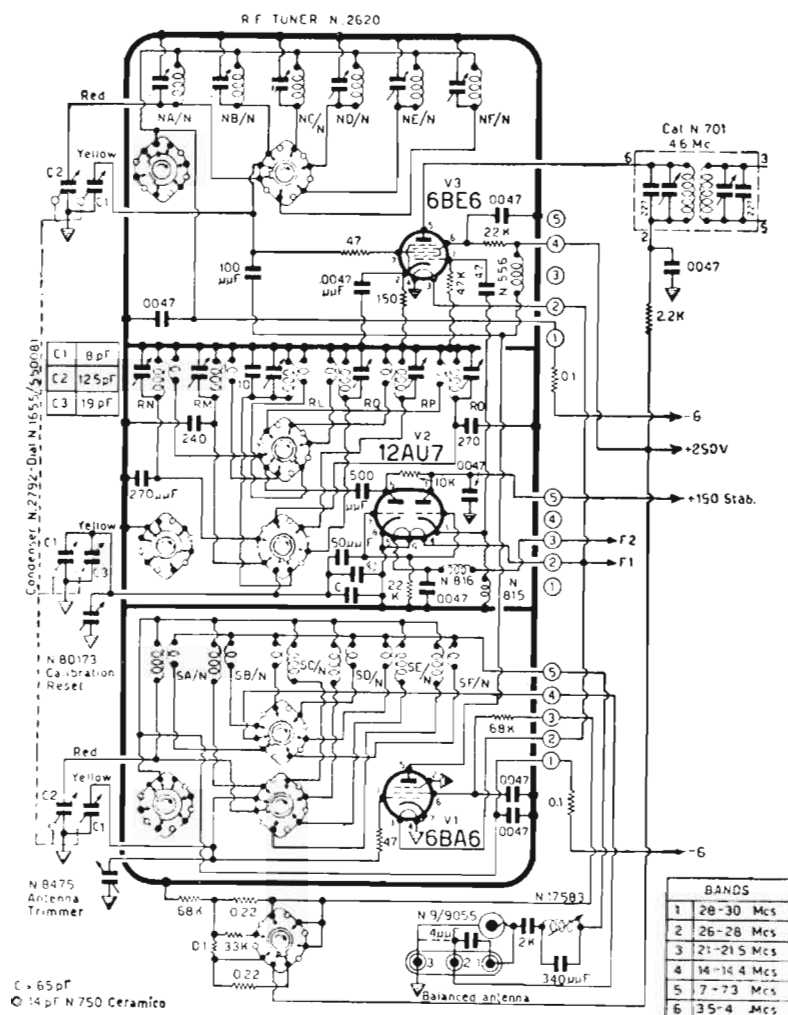
DATI PER L'USO

Gruppo RF N. 2615. — Ha una 6BA6 amplificatrice del segnale in arrivo, una 12AU 7 oscillatrice e separatrice elettronica, una 6BE6 miscelatrice. Frequenza intermedia 467 kHz.

Nello schema qui pubblicato sono indicati i valori delle resistenze da collegare esternamente al Gruppo usando una tensione massima di 280 V circa.

Il segnale per il CAV può essere derivato sia da un solo diodo dello stadio rivelatore per i due circuiti del CAV stesso (per l'amplificatore RF e per il miscelatore) sia da due diodi separati, con due circuiti separati. Si veda per esempio il circuito del ricevitore G 208 (Bollettino Tecnico Geloso N. 66).

La numerazione dei terminali di collegamento va dal basso all'alto (il n. 1 è vicino al telaio, il n. 5 alla targa portante le indicazioni che si riferiscono alle bobine e ai compensatori di capacità).

Le frequenze per la taratura e l'allineamento sono indicate, bobina per bobina, sulla targa del Gruppo.

Nel circuito d'aereo può essere inserito un circuito trappola per la FI di 467 kHz.

Gruppo RF N. 2620. — Ha una 6BA6 amplificatrice del segnale in arrivo, una 12AU7 oscillatrice e separatrice elettronica, una 6BE6 miscelatrice. La Frequenza Intermedia è di 4,6 MHz.

Nello schema qui pubblicato sono indicati anche gli elementi da inserire esternamente al Gruppo stesso.

La tensione anodica da impiegare per le valvole amplificatrici (RF e miscelatrice) è di 230 V circa. Per l'oscillatrice separatrice 12AU7 è invece di 150 V, e deve essere stabilizzata.

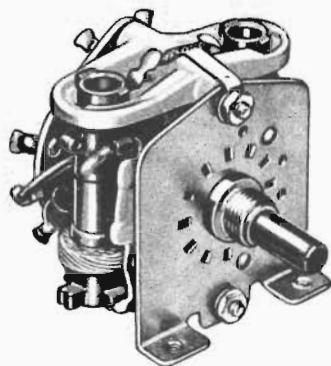
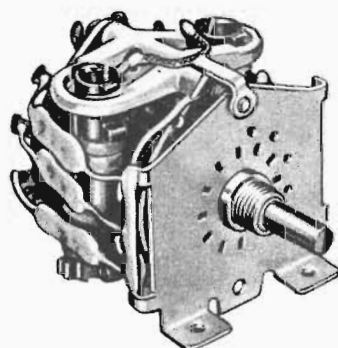
Nel circuito d'aereo è previsto l'inserimento di una trappola da accordarsi sulla FI di 4,6 MHz, destinata ad eliminare eventuali interferenze su questa frequenza. Questo Gruppo deve essere usato con un condensatore variabile N 2792 e con un verniero N. 8475.

E' particolarmente studiato per essere usato nei ricevitori a doppio cambiamento di frequenza, con la seconda FI di 467 kHz, ottenibile mediante la sezione convertitrice N. 2608 (vedi ricevitore G 209-R, Bollettino Tecnico Geloso N. 69-70).

Può essere usato anche come semplice convertitore staccato, da impiegare unitamente ad un ricevitore normale per onde corte, atto a ricevere l'onda di 65 metri (che corrisponde appunto alla frequenza di 4,6 MHz). Tale utilizzazione è descritta nel Bollettino Tecnico Geloso N. 69-70.

GRUPPI SINTONIZZATORI PER ONDE MEDIE
ONDE CORTE - ONDE LUNGHE

N. 2730

N. 2741 - 2742 - 2743

Questi gruppi per A.F. sono studiati per consentire la realizzazione dei moderni radioricevitori a Modulazione d'Ampiezza o — in unione — ad altro apposito Gruppo per OUC — per Modulazione d'Ampiezza e di Frequenza. Derivati da una lunga esperienza tecnica specifica, oltre ad una elevata facilità di montaggio e di allineamento presentano un'alta sensibilità, un'ottima stabilità di taratura e una grande sicurezza di funzionamento.

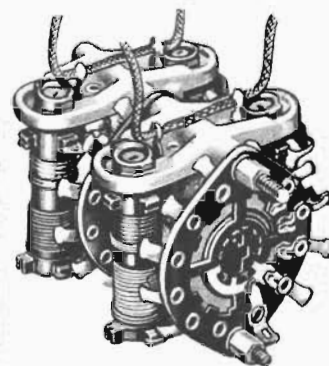
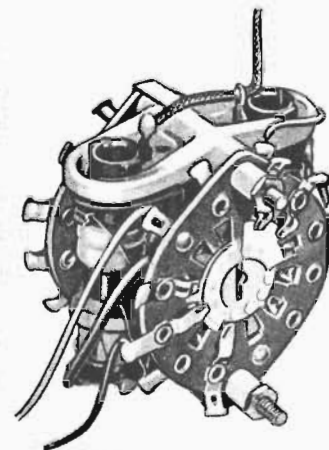
Sono suddivisi in quattro serie, ognuna rispondente a particolari esigenze ed avente le caratteristiche indicate nella tabella sotto riportata.

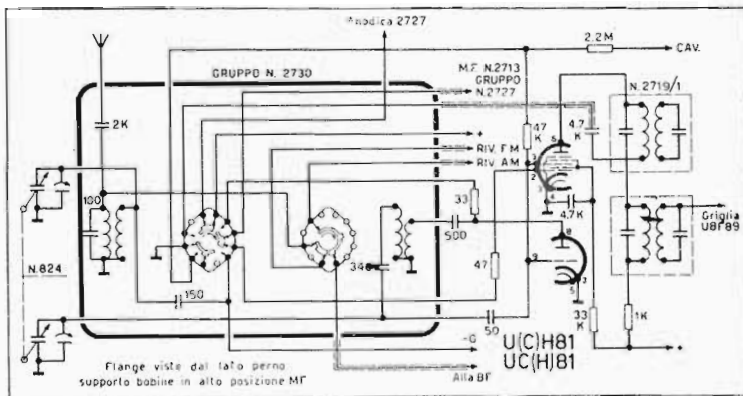
Hanno le induttanze regolabili mediante nuclei ferromagnetici. Per le Onde Medie, è prevista la regolazione della capacità residua mediante compensatori montati esternamente, sul condensatore variabile.

Alcuni tipi hanno il comando rotativo del commutatore, mediante bottone; altri, invece, sono predisposti per l'uso di una tastiera, di cui nella tabella è indicato il tipo.

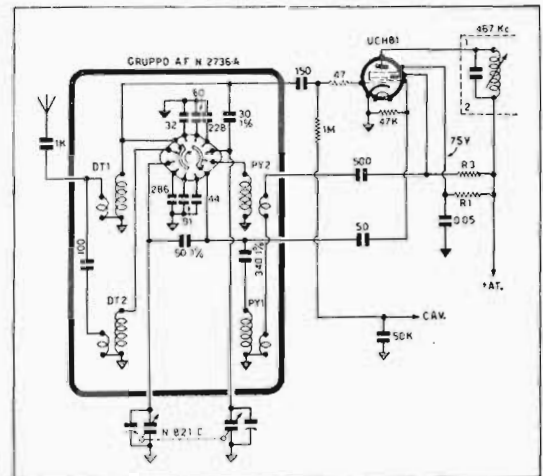
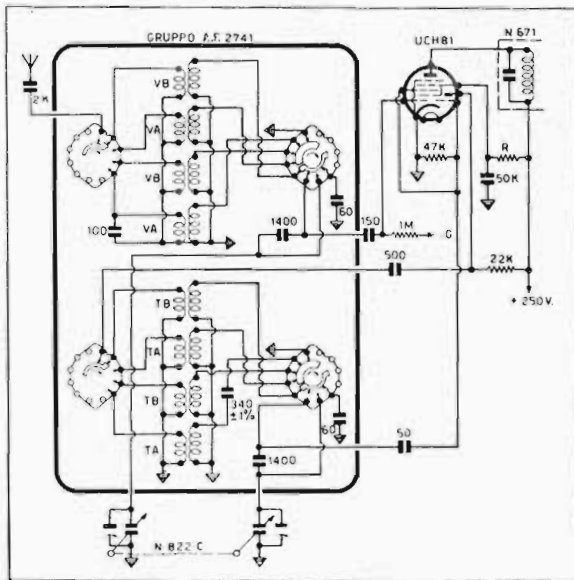
Alla pagina di fianco sono pubblicati i disegni d'ingombro e tutti i dati necessari per effettuare i collegamenti e l'allineamento.

N. 2682 - 2683

N. 2736 - 2738

Catalogo N.	Comando	Valvola convert. tipo (1)	Condensat. variabile Cat. N.	Gamme d'onda in metri				
				1	2	3	4	5
Serie 2730								
2730	rotat. a bott.	ECH 81	825/C (6)	580÷180	(2)	—	—	—
2736	» » »	ECH 81	822/C	580÷180	50,5÷48,5	33÷30	27÷23,5	21÷16,5
2738	» » »	OC170 (3)	822/C	580÷180	50,5÷48,5	33÷30	27÷23,5	21÷16,5
Serie 2740								
2740	rotat. a bott.	OC170 (4)	825/C (6)	580÷180	(2)	—	—	—
2741	con tast. 182	ECH 81	822/C	Fono	580÷180	102÷52	52÷28	28,5÷15
2742	» » »	ECH 81	822/C	Fono	2000÷850	580÷180	90÷35	35÷15
2743	» » »	ECH 81	822/C	Fono	580÷180	52÷35	32÷22	21,5÷15
2746	» » »	OC170 (3)	822/C	Fono	580÷180	55÷45,5	45,5÷34,5	35,5÷17,5
Serie 2680								
2682	» » »	ECH 81	825/C (6)	Fono	(2)	180÷580	185÷65	70÷25
2683	» » »	ECH 81	825/C (6)	Fono	(2)	2000÷850	580÷180	65÷19
2683-FD(5)	» » »	ECH 81	825/C (6)	Fono	(2)	580÷180	65÷19	—
Serie 2670								
2673	rotat. a bott	6BE 6	821/C	580÷190	100÷40	41÷32	33÷26	27÷16
2672	» » »	ECH 42	821/C	580÷190	100÷40	41÷32	33÷26	27÷16

(1) E' indicato un solo tipo ma può essere usata qualsiasi altra valvola equivalente.
(2) Collegamento per il Gruppo a M.d.F. esterno.
(3) Philips: da montare esternamente.
(4) Philips: già incorporato nel Gruppo unitamente al diodo per il CAV.
(5) Il N. 2683-FD utilizza la gamma OL solamente per la filodiffusione: in questo Gruppo, perciò, l'entrata OL è separata dal circuito d'antenna.
(6) Il condensatore variabile N. 825/C è incorporato nel Gruppo per la M.d.F.

N. 2730

DATI PER L'USO

Sono qui pubblicati gli schemi elettrici d'impiego e i disegni indicativi dei collegamenti di alcuni Gruppi RF tra i più usati.

N. 2736

N. 2741

COLLEGAMENTI

N. 2730. — 1 = all'antenna; 2 = al condensatore variabile sez. oscill.; 3 = al condensatore variabile sez. antenna; 4 = alla griglia pilota; 5 = alla placca oscill.; 6 = tensione alimentazione anodica; 7 = al positivo placca oscill. M. d.A.; 8 = al positivo del Gruppo M.d.F.; 9 = dal trasform. FI del Gruppo M.d.F.; 10 = al discriminatore; 11 = al rivelatore M.d.A.; 12 = alla B.F.; 13 = al circuito del CAV per la M.d.A.; 14 = al circuito del CAV per la M.d.F.; 15 = al condensatore « by-pass » (M.d.A.); 16 = massa.

N. 2740. — 1 = all'antenna; 2 = al condensatore variab. sez. oscill.; 3 = al negativo base;

N. 2741 - N. 2742 - N. 2743. — 1 = all'antenna; 2 = al condensatore variab. sez. oscill.; 3 = condens. variab. sez. antenna; 4 = alla griglia pilota; 5 = alla placca oscillatrice; = alla griglia oscillatrice

N. 2730

N. 2740

N. 2741 2742 2743

Flange viste dal lato tastiera, supporto bobine in basso, posizione F M.

Flange viste dal lato tastiera, supporto bobine in basso, posizione F M.

4 = al negativo base Gruppo M.d.F.; 5 = trasformatore FI N. 1161 (terminale 1); 6 = al trasformt. FI N. 1161 (terminale 2); 7 = al discriminatore; 8 = al rivelatore M.d.A.; 9 = alla B.F.; 10 = al trasformat. FI N. 1162 (colleg. CAV); 11 = al Gruppo M.d.F.

N. 2738. — Flangia 1: giallo 1 = a l'emettitore; rosso 1 = al collettore; bianco 1: all'antenna; verde 1 = alla base; nero 1 = polarizzazione.

Flangia 2: verde = all'antenna a quadro; rosso 2 = condens. variabile sez. oscill.; bianco 2, condens. variabile, sezione antenna; nero 2 = all'avvolgimento di accordo O.M.; marrone 2 = al negativo.

N. 2683 - N. 2683-FD. — 1 = all'antenna; 2 = al condens. variab. sez. oscill.; 3 = al condens. variab. sez. antenna; 4 = alla griglia pilota; 5 = alla placca oscillatrice; 6 = alla griglia oscillatr.; 7 = al discriminatore; 8 = al rivelatore AM; 9 = alla BR; 10 = al + alim. anodica; 11 = al terminale aliment. anodica del Gruppo M.d.F.; 12 = positivo placca oscillatrice M.d.F.; 13 = al Gruppo M.d.F.; 14 = al circuito CAV per la M.d.F.; 15 = al circuito CAV per la M.d.A.; 16 e 17 = ancoraggi esistenti solo sul Gruppo N. 2683-FD: devono essere collegati alla presa per la filodiffusione.

N. 2682. — 1 = all'antenna; 2 = al cond. variab. sez. oscillat. e alla griglia oscillatr.; 3 = al cond. variab. sez. aereo; 4 = alla griglia pilota; 5 = alla placca oscillatrice; 6 = al Gruppo M.d.F.; 7 = al discriminatore; 8 = al rivelatore M.d.F.; 9 = alla B.F.; 10 = al + aliment. anodica; 11 = attacco aliment. anodica per il Gruppo M.d.F.; 12 = tens. anodica per la placca oscill M.d.A.; 13 = cond. « by-pass » M.d.A.; 14 = al circuito per il CAV della M.d.F.; 15 = al circuito per il CAV della M.d.A.

volume IX - 1961

Rivista mensile diretta da Giulio Borgogno

RADIO e TELEVISIONE

viene inviata in abbonamento e venduta alle Edicole in tutta Italia.

Agli abbonati in caso di cambio indirizzo è richiesto l'invio di Lire 50 con la comunicazione dell'indirizzo nuovo; in ogni caso è sempre molto importante precisare anche il vecchio indirizzo al quale la Rivista veniva spedita.

Per lo scambio di corrispondenza si prega unire il francobollo per la risposta.

PUBBLICITA':

Via dei Pellegrini, 8/4 - Telef. 593.478 - Milano

La Rivista accetta inserzioni pubblicitarie secondo tariffe che vengono inviate a richiesta delle Ditte interessate.

La Direzione, pur essendo disposta a concedere molto spazio alla pubblicità poichè questa interessa sempre gran parte dei lettori, avverte che ogni aumento di inserzioni non andrà mai a danno dello spazio degli articoli di testo perchè ogni incremento di pubblicità porterà ad un aumento del numero di pagine.

La Direzione si riserva la facoltà di rifiutare il testo, le fotografie e i disegni che non ritenesse adeguati all'indirizzo della rivista.

REDAZIONE E DIREZIONE:

Via dei Pellegrini, 8/4 - Telef. 593.478 - Milano

La responsabilità degli scritti firmati spetta ai singoli autori.

Manoscritti, disegni, fotografie non pubblicati non si restituiscono.

STAMPA:

Via dei Pellegrini, 8/6 - Telef. 542.924 - Milano

Tipografia propria: Grafica Tecnico Commerciale. Iscrizione presso il Tribunale di Milano al N. 3188. Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

DIFFUSIONE:

Concessionaria per la diffusione alle Edicole in Italia: Diffusione Milanese - Via Soperga, 57 - Milano.

ABBONAMENTI:

Abbonamento a 6 numeri: lire 1600; a 12 numeri: lire 3060 - IGE compresa. Estero: lire 4000 (dollari 6).

I numeri arretrati costano lire 350; possono però essere compresi in conto abbonamento, se disponibili. Per l'invio di qualsiasi somma consigliamo servirsi del Conto Corrente Postale; è il mezzo più economico e sicuro. Modulo di versamento all'Ufficio Postale.

Il ns./Conto Corr. porta il N. 3/4545 - Milano.

SOMMARIO

Organo informativo dei commercianti di radio-TV ed apparecchi elettrodomestici - degli importatori e dei tecnici dell'industria del ramo - per la documentazione di categoria e la divulgazione tecnica